P. 1497
14/15

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX



BULLETIN TECHNIQUE N°15

(TRIMESTRIEL)

MARS 1974

BTT-15

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°15

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-24-53

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - 78 000 - VERSAILLES

MARS 1974

SOMMAIRE

PAGE

PRODUCTION DE VEAUX A L'ENGRAIS DE POIDS ELEVE : INFLUENCE DE LA RACE (FRISONNE-NORMANDE) ET DE LA SOURCE D'ENERGIE (LIPIDES-GLUCIDES)
R. TOULLEC, P. THIVEND et C.M. MATHIEU 5

DISTRIBUTION DE BETTERAVES EN QUANTITES ELEVEES A DES VACHES LAITIERES
R. VERITE, A. HODEN et M. JOURNET 15

INFLUENCE DU MODE DE PRESENTATION DU MAIS GRAIN SUR SA VALEUR ALIMENTAIRE POUR L'ENGRAISSEMENT DES TAURILLONS
Y. GEAY, G. LIENARD 21

COMPOSITION EN ACIDES AMINES ET VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE TOURNESOL
R. PION 29

EMBALLAGE SOUS VIDE DES VIANDES BOVINES
C. VALIN 33

PREVENTION DE L'UROLITHIASE OVINE PAR LE CHLORURE D'AMMONIUM
M. THERIEZ, G. MOLENAT . J.P. BARLET 43

6ème SYPOSIUM SUR LE METABOLISME ENERGETIQUE STUTTGART, 10-14 Septembre 1973........ 47

24ème REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECHNIE VIENNE (Autriche) 23-27 Septembre 1973 49

SOMMAIRES DES ARTICLES DES CHERCHEURS DU CENTRE 51

PRODUCTION DE VEAUX A L'ENGRAIS DE POIDS ELEVE : INFLUENCE DE LA RACE (FRISONNE-NORMANDE) ET DE LA SOURCE D'ENERGIE (LIPIDES-GLUCIDES)

R. TOULLEC (1), P. THIVEND et C.M. MATHIEU (1)

avec la collaboration de

Yvette LENTO (1), C. MARPILLAT, Colette RAYNAL et Maryse VERITE

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

C'est aux environs de 1960 que C.M. MATHIEU a abordé l'étude de la mise au point des aliments d'allaitement et de leur utilisation par le veau à l'engrais. Ces travaux ont été développés à partir de 1966 au C.R.Z.V. de Theix avec R. TOULLEC et P. THIVEND. En 1970, une partie de ces recherches a été transférée au Centre de Recherches de Rennes (C.M. MATHIEU et R. TOULLEC) qui étudie actuellement l' utilisation des matières grasses et des protéines de substitution dans l'alimentation du veau de boucherie. La partie restée au C.R.Z.V. de Theix (P. THIVEND) étudie l'utilisation des glucides (amidons) dans les aliments d'allaitement, et la possibilité d'accroître le poids des veaux à l'abattage.Ce dernier point, abordé en 1969, a abouti à la mise au point d'aliments d'allaitement nouveaux permettant de produire des carcasses de 125 kg, et même plus (jusqu'à 150 kg), de coloration suffisamment blanche et sans excès de gras. Nous rapportons ici les résultats obtenus au cours d'une des différentes expériences réalisées à ce sujet.

INTRODUCTION

Un des facteurs limitant l'extension de la production de viande bovine en France est le nombre de veaux disponibles dont, actuellement, 50 p. 100 sont destinés à la production du veau à l'engrais. Il est donc intéressant d'accroître le poids moyen des veaux à l'abattage (qui était d'environ 150 kg en 1972) pour maintenir ou même augmenter la quantité de viande de veau produite, tout en rendant disponible un nombre croissant d'animaux pour la production de taurillons. Cette évolution est en cours mais il convient d'en connaître les limites, d'y adapter le rationnement et la composition des aliments, de choisir les animaux les plus efficaces et ne pas compromettre la qualité de la carcasse.

Au cours de deux essais antérieurs (TOULLEC, 1969 ; TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971), nous avons constaté qu'il était possible de produire des veaux d'un poids vif d'environ 200 kg. Cependant, dans le 1er essai, effectué sur des veaux Frisons qui recevaient un aliment d'allaitement contenant environ 21 p. 100 de matières grasses, l'état d'engraissement des animaux a été excessif. Dans le second essai, effectué sur des veaux Normands, nous avons diminué l'importance des dépôts adipeux en distribuant aux animaux, à partir du poids vif de 100 kg, un aliment moins riche en lipides mais contenant une proportion plus importante de glucides ; l'utilisation de cet aliment nous a permis en outre d'augmenter le poids moyen à l'abattage de 12 p. 100, mais l'anémie a été un facteur limitant important.

(1) Station de Recherches Zootechniques
Centre de Recherches de Rennes, 65, rue de St-Brieuc - 35000 RENNES -

A la suite de ces observations, nous avons effectué un autre essai ayant pour but d'étudier, dans des conditions permettant d'éviter l'état d'anémie, l'influence de la race (Frisonne et Normande) et de la source d'énergie (lipides et glucides) sur les performances (poids à l'abattage, vitesse de croissance, efficacité alimentaire, qualité de la carcasse...) réalisées par des veaux à l'engrais abattus vers 200 kg.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé 66 veaux mâles (32 Frisons et 34 Normands). Ces veaux, âgés d'environ 8 jours, ont été placés dans des cases individuelles sur caillebotis et alimentés au seau 2 fois par jour. Ils ont été pesés à leur arrivée, puis une fois par semaine et avant l'abattage. Une prise de sang pour la détermination de la valeur de l'hématocrite (CHARPENTIER, 1966) a ete effectuée au cours de la 1ère semaine, à la fin du 1er mois puis toutes les 2 semaines et avant l'abattage. Jusqu'au poids vif de 170 kg, les animaux ont reçu une injection intramusculaire de fer (500 mg de fer dextran), dès que la valeur de leur hématocrite devenait inférieure à 25. Les animaux ont été abattus au poids vif d'environ 200 kg, ou quand leur gain de poids devenait inférieur à 11 kg en 14 jours.

Jusqu'au poids vif de 100 kg, tous les veaux ont reçu un aliment témoin contenant 68 p. 100 de poudre de lait écrémé, 21 p. 100 d'un mélange de matières grasses homogénéisées (48 p. 100 de suif, 47 p. 100 d'huile de coprah et 5 p. 100 d'huile de maïs) et 10 p. 100 d'un mélange de glucides (40 p. 100 de glucose, 30 p. 100 d'amidon prégélatinisé et 30 p. 100 de farine de blé micronisée). Puis, ils ont été répartis en 2 lots ; ceux du 1er lot (témoin) ont continué à recevoir le même aliment jusqu'à l'abattage, tandis que les autres (lot glucides) ont reçu un aliment expérimental dans lequel 52 p. 100 des matières grasses avaient été remplacées par le même mélange de glucides, tout en maintenant constant le rapport protéines/énergie : cet aliment contenait 58,9 p. 100 de poudre de lait écrémé, 8,7 p. 100 de matières grasses et 31,4 p. 100 du mélange de glucides.

Pour des raisons d'approvisionnement, certains animaux ont reçu en fin d'expérience un aliment de commerce contenant 18 p. 100 de matières grasses qui, d'après leur composition en acides gras, semblaient être uniquement du suif. Il s'agissait de 9 veaux Normands (sur 17) du lot témoin et de 9 (sur 16) du lot glucides, ainsi que de 10 veaux Frisons (sur 16) du lot témoin et de 9 (sur 16) du lot glucides, à partir des poids moyens respectifs de 166, 176, 150 et 157 kg ; l'aliment du commerce leur a apporté respectivement 35,4, 27,5, 48,5, et 43,0 p. 100 de l'énergie qu'ils ont consommée, entre le poids de 100 kg et l'abattage.

Les aliments témoins, glucides et du commerce contenaient respectivement 4,894 - 4,377 et 4,878 kcal d'énergie brute par g de poudre (tableau 1).

TABLEAU I

COMPOSITION CHIMIQUE DES ALIMENTS (par rapport à la Matière sèche)

ALIMENT	Témoin	Glucides	Commerce
Matières azotées (p. 100)	24,2	22,1	24,0
Matières grasses (p. 100)	21,3	8,9	18,7
Matières minérales (p. 100)	5,8	5,2	6,2
Calcium (p. 100)	0,77	0,92	0,97
Phosphore (p. 100)	0,63	0,64	0,76
Fer (ppm)	7	10	13
Energie brute (Kcal/ g)	5,114	4,667	5,094

Au cours des 2 premières semaines, le rationnement des animaux a été modéré et identique pour tous. Ensuite, les veaux ont été alimentés en fonction de leur poids vif et de leur appétit, les concentrations variant progressivement de 130 à 180 g/ kg pour le lot témoin et de 130 à 207 pour le lot glucides afin que les veaux des 2 lots reçoivent sensiblement la même quantité d'énergie brute.

RESULTATS

Veaux Normands

Dans le lot témoin, 11 animaux (sur 17) ont pu être abattus au poids vif d'environ 200 kg et les 6 autres entre 109 et 177 kg parce que leur croissance était insuffisante ; le poids moyen à la fin de l'expérience a été de 175 kg (tableau 2). Dans le lot glucides, 13 veaux ont été abattus vers 200 kg et 2 autres respectivement à 160 et 179 kg ; 2 animaux sont décédés brutalement à 159 et 179 kg, alors que leur état sanitaire, leur appétit et leur gain de poids journalier avaient été jusqu'alors satisfaisants ; le poids moyen des animaux de ce lot à la fin de l'expérience a été de 194 kg.

Les animaux abattus avant 200 kg étaient en moyenne plus légers au début de l'expérience (7,2 p. 100) ; les performances qu'ils ont réalisées jusqu'à 100 kg ont été moins satisfaisantes (leur gain de poids vif a été inférieur de 10,5 p. 100) mais aucune de ces différences n'a été significative (tableau 5). La répartition des valeurs individuelles de l'hématocrite était très différente (87 p. 100 des valeurs inférieures à 30 chez les animaux abattus avant 200 kg au lieu de 37), ce qui semble indiquer que la réserve initiale de fer des animaux a été un facteur relativement important.

Les performances des animaux abattus vers 200 kg ont été généralement supérieures pour les animaux du lot glucides. Ainsi, le gain de poids journalier et l'efficacité alimentaire (calculée en énergie brute), ont été améliorés respectivement de 12,4 et de 9,4 p. 100 entre 100 et 200 kg ($P < 0,02$) (tableau 3). La durée d'engraissement a été raccourcie de 10 jours (tableau 2). Le rendement commercial a été amélioré de 4,0 p. 100 ($P < 0,001$) et le rendement vrai de 2,6 p. 100 ($P < 0,01$) (tableau 4). En conséquence, le gain de poids de carcasse journalier, estimé selon les données de MATHIEU et BARRE (1964), et l'efficacité alimentaire correspondante, ont été améliorés respectivement de 22,1 et 16,9 p. 100 ($P < 0,01$) entre 100 et 200 kg.

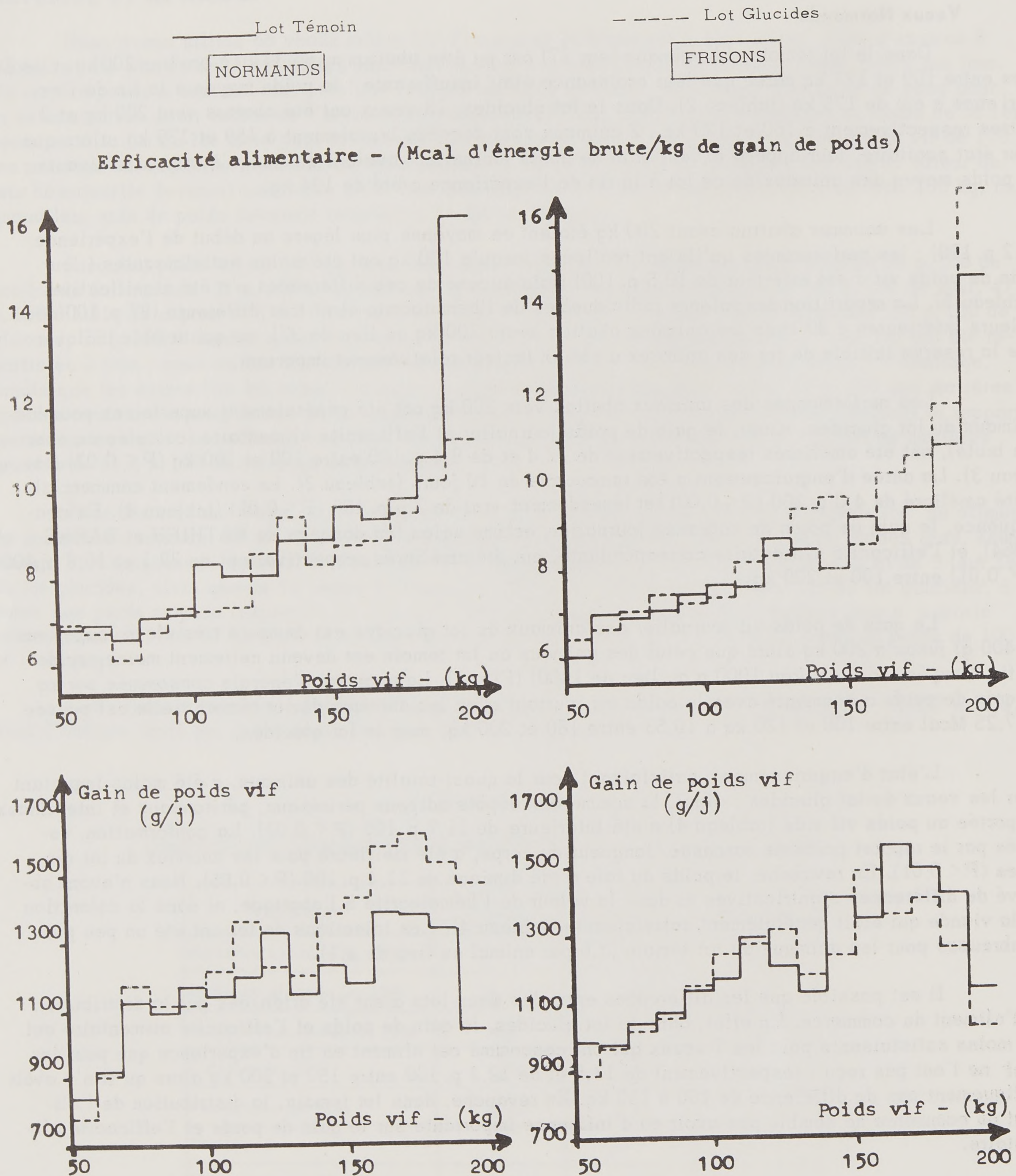
Le gain de poids vif journalier des animaux du lot glucides est demeuré très élevé (supérieur à 1400 g) jusqu'à 200 kg alors que celui des animaux du lot témoin est devenu nettement moins rapide en fin d'expérience (environ 1000 g au lieu de 1300) (Fig. 1). La quantité d'énergie consommée par kg de gain de poids a augmenté avec le poids vif, surtout chez les animaux du lot témoin : elle est passée de 7,25 Mcal entre 100 et 120 kg à 10,53 entre 180 et 200 kg, pour le lot glucides.

L'état d'engraissement, satisfaisant pour la quasi-totalité des animaux, a été moins important pour les veaux du lot glucides ; ainsi, la somme des dépôts adipeux périrénaux, péritonéaux et intestinaux, rapportée au poids vif vide (tableau 4) a été inférieure de 11,7 p. 100 ($P < 0,02$). La conformation, estimée par le rapport poids de carcasse/ longueur du corps, a été meilleure pour les animaux du lot glucides ($P < 0,01$). En revanche, le poids du foie a été diminué de 11,4 p. 100 ($P < 0,05$). Nous n'avons observé de différences significatives ni dans la valeur de l'hématocrite à l'abattage, ni dans la coloration de la viande qui était généralement satisfaisante (tableau 4). Les injections de fer ont été un peu plus nombreuses pour les animaux du lot témoin (3,6 par animal au lieu de 3,1).

Il est possible que les différences entre les deux lots aient été atténuées par la distribution de l'aliment du commerce. En effet, dans le lot glucides, le gain de poids et l'efficacité alimentaire ont été moins satisfaisants pour les 7 veaux qui ont consommé cet aliment en fin d'expérience que pour les 6 qui ne l'ont pas reçu : respectivement de 13,5 et de 12,2 p. 100 entre 150 et 200 kg alors qu'il n'y avait pratiquement pas de différence de 100 à 150 kg. En revanche, dans lot témoin, la distribution de l'aliment du commerce ne semble pas avoir eu d'influence importante sur le gain de poids et l'efficacité alimentaire.

FIGURE I

EVOLUTION DU GAIN DE POIDS ET DE L'EFFICACITE ALIMENTAIRE
EN FONCTION DU POIDS VIF ET DE LA SOURCE D'ENERGIE INGEREE
CHEZ LES VEAUX ABATTUS VERS 200 KG



Veaux Frisons

Dans le lot témoin, 13 animaux (sur 16) ont été abattus vers 200 kg et les 3 autres respectivement à 144, 158 et 165 kg ; le poids moyen à la fin de l'expérience a été de 189 kg (tableau 2). Dans le lot glucides, 12 veaux (sur 16) ont été abattus vers 200 kg et les 4 autres entre 165 et 180 kg ; le poids moyen en fin d'expérience a été de 191 kg. Contrairement à ce que nous avions obtenu avec les animaux Normands, nous n'avons observé aucun effet significatif du régime alimentaire sur les performances des veaux Frisons abattus vers 200 kg (tableaux 2, 3 et 4).

L'état d'engraissement a été plus important que chez les veaux Normands mais il a été rarement excessif, même chez les animaux du lot témoin. Comme chez les veaux Normands, il a été moins important mais toujours suffisant chez les animaux du lot glucides. Le nombre d'injections de fer a été de 3,1 par animal dans le lot témoin et de 2,8 dans le lot glucides. En revanche, l'efficacité alimentaire, calculée en énergie et rapportée au gain de poids vif, a eu tendance à être moins satisfaisante pour les animaux du lot glucides entre 100 et 200 kg (6,0 p. 100) ; cependant, rapportée au gain de poids de carcasse, elle a été identique pour les animaux des 2 lots (tableau 3, Fig. 1). Le gain de poids vif journalier des animaux des 2 lots a eu tendance à devenir moins rapide en fin d'expérience ; en même temps, la quantité d'énergie ingérée par kg de gain de poids augmentait de 40 p. 100 (Fig. 1).

Il est possible que les différences observées entre lots dans le gain de poids vif journalier et l'efficacité alimentaire aient été causées par la distribution de l'aliment du commerce. En effet, contrairement aux animaux Normands, les 9 veaux Frisons du lot témoin qui ont consommé cet aliment en fin d'expérience ont réalisé des performances plus satisfaisantes que les 4 animaux qui ne l'ont pas reçu : les écarts respectifs ont atteint 22,7 et 7,5 p. 100 entre 150 et 200 kg, alors qu'ils ont été en sens contraire (9,2 et 6,8 p. 100) entre 100 et 150 kg. En revanche, dans le lot glucides, la distribution de l'aliment du commerce ne semble pas avoir eu d'influence importante sur le gain de poids et l'efficacité alimentaire.

Les animaux abattus avant 200 kg étaient en moyenne plus légers au début de l'expérience (8,0 p. 100) que ceux abattus vers 200 kg ; leur gain de poids vif journalier jusqu'à 100 kg avait été moins satisfaisant (7,2 p. 100) mais aucune de ces différences n'a été significative. La répartition des valeurs individuelles de l'hématocirte a été différente mais, contrairement aux veaux Normands, les valeurs les plus faibles ont été moins fréquentes chez les veaux abattus avant 200 kg (aucune valeur inférieure à 30 au lieu de 24 p. 100 chez les veaux abattus vers 200 kg)

TABLEAU V

COMPARAISON ENTRE LES VEAUX ABATTUS AVANT 200 KG ET CEUX ABATTUS VERS 200 KG

RACE	NORMANDE		FRISONNE	
ABATTAGE	avant 200 kg	vers 200 kg	avant 200 kg	vers 200 kg
Nombre d'animaux	8	24	7	25
Poids vif au début de l'expérience (kg)	45,2 ± 4,0	48,7 ± 9,3	41,4 ± 1,3	45,0 ± 4,7
Gain de poids vif jusqu'à 100 kg (g/j)	861 ± 146	962 ± 128	901 ± 165	971 ± 119
Efficacité alimentaire jusqu'à 100 kg (Mcal/kg de gain de poids)	7,30 ± 0,87	6,84 ± 0,73	6,83 ± 1,04	6,88 ± 0,52
Valeur de l'hématocrite au début de l'expérience (p. 100)	27,1 ± 5,7	31,7 ± 5,5	36,4 ± 2,9	34,7 ± 6,3

DISCUSSION

A partir de l'échantillon de veaux dont nous disposions, il a été possible d'amener 77 p. 100 des animaux au poids vif d'environ 200 kg, tout en maintenant un croît journalier élevé. En ce qui concerne les veaux Normands, les résultats de cette expérience confirment ceux de notre essai précédent (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971) : le remplacement d'une part importante des lipides par des glucides a permis d'augmenter le nombre de veaux abattus vers 200 kg et d'accroître le poids moyen à l'abattage de 19 kg. En outre, le gain de poids journalier et l'efficacité alimentaire ont été nettement améliorés ; la quantité de muscles produits a été fortement accrue, car les carcasses étaient moins grasses, plus lourdes et mieux conformées. Par ailleurs, la proportion de veaux abattus vers 200 kg a été plus importante que dans l'essai précédent (77 p. 100 en moyenne au lieu de 41) ce qui indiquerait que l'injection de fer aux animaux les moins bien pourvus a été efficace.

Chez les veaux Frisons, la distribution de l'aliment témoin jusqu'à 200 kg a permis d'obtenir sensiblement la même proportion de veaux abattus vers 200 kg (81 p. 100 au lieu de 72) que dans notre essai précédent sur veaux Frisons (TOULLEC, 1969). Comme chez les veaux Normands, le remplacement d'une part importante des lipides par des glucides a également entraîné une diminution de l'importance des dépôts adipeux ; en revanche, il n'a eu aucune influence significative sur la proportion de veaux abattus vers 200 kg, sur le poids moyen à l'abattage, le gain de poids de carcasse et l'efficacité alimentaire exprimée en énergie. Les différences observées dans cet essai entre les veaux Frisons et Normands à propos de l'influence de la source d'énergie pourraient être dues à la capacité de protéinogénèse plus élevée des veaux Normands comme l'a observé BERANGER (1970) pour la production de taurillons. Il semble cependant que la cause en soit la distribution de l'aliment du commerce ; en effet, lors d'un essai ultérieur sur génisses de race Frisonne, nous avons également obtenu des effets favorables sur la croissance et l'efficacité alimentaire en remplaçant une partie des lipides par des glucides (THIVEND et TOULLEC, 1973).

Les résultats obtenus avec les veaux Normands s'accordent avec ceux des mesures de bilan azoté effectuées par MATHIEU et de TUGNY (1965), MATHIEU et THIVEND (1968) et MATHIEU, THIVEND et BARRE (1970) sur des jeunes veaux de la même race (entre 15 et 100 j environ). Ces auteurs ont généralement observé une augmentation de la rétention azotée en remplaçant une part importante des lipides du lait par différents glucides (glucose, amidons crus, amidons traités, dextrines), effet qui avait été signalé par TERROINE dès 1930. On peut expliquer ce phénomène par le fait que les acides gras longs qui ne sont pas assez rapidement métabolisés, sont peu utilisés à des fins énergétiques pour couvrir les dépenses d'entretien et de protéinogénèse. Dans le cas de régimes insuffisamment pourvus en glucides, il est possible que l'animal doive utiliser des acides aminés à des fins énergétiques. En revanche, lorsqu'une partie des acides gras longs est remplacée par des glucides, ces derniers qui sont rapidement métabolisés, sont principalement utilisés pour la couverture des dépenses énergétiques, d'où leur rôle d'économiseur de protéines et leur effet favorable sur la protéinogénèse. L'étude de l'utilisation énergétique des aliments témoin et glucides, réalisée sur veaux Normands en chambre respiratoire, a montré que les animaux recevant l'aliment glucides fixaient davantage de protéines et moins de lipides (VERMOREL et al, 1973).

En conclusion, il est possible d'accroître nettement le poids à l'abattage des veaux mâles Frisons et Normands, tout en maintenant un croît journalier élevé et en empêchant un développement excessif des dépôts adipeux. Il faut pour cela limiter l'état d'anémie et, contrairement aux techniques classiques, réduire le taux de lipides en les remplaçant partiellement par des glucides dans les aliments d'allaitement distribués en fin d'engraissement.

TABLEAU II

NOMBRE DE JOURS, POIDS VIF ET ENERGIE CONSOMMEE
(moyennes et écarts-types)

RACE	NORMANDE		FRISONNE	
LOT	Témoin	Glucides	Témoin	Glucides
Poids vif moyen (kg)				
- au début de l'expérience	47,5 ± 6,6	48,2 ± 10,5	44,1 ± 3,0	44,9 ± 5,4
- à la fin de l'expérience	175,4 ± 33,5	194,1 ± 10,8	189,5 ± 17,5	191,3 ± 12,2
Nombre d'animaux abattus vers 200 kg	11/ 17	13/ 15	13/ 16	12/ 16
Animaux abattus vers 200 kg				
Poids vif moyen (kg)				
- au début de l'expérience	48,4 ± 7,2	49,0 ± 11,6	44,7 ± 2,7	45,3 ± 6,1
- à la mise en lots	98,3 ± 2,3	98,8 ± 3,7	100,5 ± 4,3	99,0 ± 2,1
- à la fin de l'expérience	196,8 ± 3,2	197,8 ± 2,2	197,3 ± 3,3	196,5 ± 3,6
Nombre de jours				
- jusqu'à 100 kg	52,2 ± 10,3	53,3 ± 14,1	58,1 ± 9,7	56,6 ± 8,8
- de 100 à 200 kg	85,9 ± 10,4 a	75,9 ± 5,4 a	78,6 ± 10,7	79,3 ± 7,2
- du début de l'expérience à 200 kg	138,1 ± 19,6	129,2 ± 16,6	136,8 ± 12,2	135,9 ± 11,2
Energie totale consommée (Mcal)				
- jusqu'à 100 kg	345,3 ± 59,7	333,0 ± 57,3	380,4 ± 44,3	373,3 ± 42,5
- de 100 à 200 kg	946,7 ± 88,0 b	864,2 ± 60,5 b,c	893,8 ± 95,1	940,4 ± 62,0 c
- du début de l'expérience à 200 kg	1292,0 ± 147,3	1197,2 ± 94,6 c	1274,2 ± 84,5	1313,8 ± 82,2 c

Les valeurs de la même ligne portant la même lettre sont significativement différentes ($a : P < 0,01$) et ($b, c : P < 0,02$)

TABLEAU III

GAIN DE POIDS ET EFFICACITE ALIMENTAIRE
CHEZ LES VEAUX ABATTUS VERS 200 KG

RACE	NORMANDE		FRISONNE	
LOT	Témoin	Glucides	Témoin	Glucides
Gain de poids vif (g/j)				
- jusqu'à 100 kg	970 ± 99	956 ± 147	978 ± 129	962 ± 106
- de 100 à 150 kg	1142 ± 179	1245 ± 93	1204 ± 168	1232 ± 92
- de 150 à 200 kg	1193 ± 188 a	1409 ± 182 a	1330 ± 215	1255 ± 200
- de 100 à 200 kg	1165 ± 162 a	1310 ± 75 a	1249 ± 192	1239 ± 116
- du début de l'expérience à 200 kg	1090 ± 118	1162 ± 96	1123 ± 101	1118 ± 86
Efficacité alimentaire (Mcal/kg de gain de poids vif)				
- jusqu'à 100 kg	6,90 ± 0,47	6,79 ± 0,90	6,81 ± 0,54	6,96 ± 0,48
- de 100 à 150 kg	8,53 ± 1,10	8,09 ± 0,61	8,25 ± 0,90	8,42 ± 0,65
- de 150 à 200 kg	10,88 ± 1,22 b	9,41 ± 1,12 b	10,03 ± 1,65	10,99 ± 1,30
- de 100 à 200 kg	9,62 ± 0,98 a	8,72 ± 0,51 a,d	9,05 ± 0,87	9,59 ± 0,67 d
- du début de l'expérience à 200 kg	8,69 ± 0,63 a	8,05 ± 0,42 a,d	8,24 ± 0,59	8,65 ± 0,48 d
De 100 à 200 kg				
- Gain de poids de carcasse (g/j)	727 ± 125 b	888 ± 90 b	788 ± 103	817 ± 113
- Efficacité alimentaire (Mcal/kg de gain de poids de carcasse)	15,54 ± 2,09 b	12,91 ± 1,36 b	14,71 ± 0,64	14,72 ± 2,65

Les valeurs de la même ligne portant la même lettre sont significativement différentes (a, d : $P < 0,02$), (b : $P < 0,01$) et (c : $P < 0,05$)

TABLEAU IV

RESULTATS D'ABATTAGE ET EVOLUTION DE LA VALEUR DE L'HEMATOCRITE CHEZ LES VEAUX ABATTUS VERS 200 KG

RACE	NORMANDE		FRISONNE	
LOT	Témoin	Glucides	Témoin	Glucides
Poids vif à l'abattage (kg) *	192,9 ± 3,2	192,8 ± 2,6	194,7 ± 3,7	194,8 ± 2,9
Poids de carcasse (kg)	122,3 ± 3,7 a	127,1 ± 3,5 a	122,7 ± 2,5	124,5 ± 3,2
Rendement en carcasse				
- commercial (p. 100 du poids vif)	63,4 ± 1,4 b	65,9 ± 1,7 b	63,0 ± 1,2	63,9 ± 1,3
- vrai (p. 100 du poids vif vide)	66,1 ± 1,0 a	67,8 ± 1,6 a	65,7 ± 1,3	65,9 ± 1,1
Poids du foie **	1,92 ± 0,19 c	1,72 ± 0,24 c	1,98 ± 0,18	1,89 ± 0,17
Poids des dépôts adipeux périrénaux, péritonéaux et intestinaux **	2,99 ± 0,51 d	2,37 ± 0,53 d	2,99 ± 0,38	2,86 ± 0,31
Poids de carcasse/longueur du corps (kg/cm)	1,26 ± 0,04 a	1,33 ± 0,06 a	1,30 ± 0,05	1,32 ± 0,05
Valeur de l'hématocrite (p. 100)				
- au début de l'expérience	33,0 ± 5,9	30,5 ± 4,6	34,0 ± 5,6	35,5 ± 6,8
- à 100 kg	24,0 ± 3,5	24,8 ± 4,6	25,2 ± 3,1	24,7 ± 3,1
-- à l'abattage	21,8 ± 2,5	22,9 ± 3,0	23,0 ± 3,1	25,3 ± 3,2
Note de coloration	2,2 ± 0,3	2,7 ± 0,8	2,3 ± 0,5	2,5 ± 0,6

* après un jeûne d'environ 16 h.

** en p. 100 du poids vif vide

Les valeurs de la même ligne portant la même lettre sont significativement différentes

(a : P < 0,01 - b : P < 0,001 - c : P < 0,05 - d : P < 0,02)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERANGER C., 1967. Communication personnelle

CHARPENTIER J., 1966. Pigmentation musculaire du veau de boucherie. I. Facteurs de variation. Ann. Zootech., 15, 181-196.

MATHIEU C.-M., BARRE P.E., 1964. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation des laits entiers ou partiellement écrémés. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 4, 403-422

MATHIEU C.-M., de TUGNY H., 1965. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. II. Remplacement des matières grasses du lait par du glucose. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 5, 21-39.

MATHIEU C.-M., THIVEND P., 1968. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. III. Remplacement des matières grasses du lait par différents amidons. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 8, 249-271.

MATHIEU C.-M., THIVEND P., BARRE P.E., 1970. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. V. Remplacement des matières grasses du lait par des dextrines Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 10, 235-269.

TERROINE E.F., 1930. L'emploi du mélange de lait écrémé et de bouillies amylacées dans l'alimentation du jeune bétail. Bull. Soc. Hyg. Alim., 18, 173-187.

THIVEND P., TOULLEC R., 1973. Accroissement du poids à l'abattage des veaux de boucherie : cas des femelles de race laitière. CR. Acad. Agric. 59, 439-447.

TOULLEC R., 1969. Utilisation des aliments d'allaitement pour la production de veaux à l'engrais de poids élevé. Session d'étude de l'Association Française de Zootechnie. Tome II. Communication 40 bis. Paris

TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.-M., 1971. Production de veaux à l'engrais de poids élevé. Influence du remplacement d'une partie des lipides de l' aliment d'allaitement par des glucides. Xème Congrès International de Zootechnie. Versailles.

VERMOREL M., BOUVIER J.C., THIVEND P., TOULLEC R., 1973. Utilisation énergétique des aliments d'allaitement par le veau préruminant à l'engrais à différents poids. 6ème Congrès Energie, BAIERSBRONN.

DISTRIBUTION DE BETTERAVES EN QUANTITES ELEVEES A DES VACHES LAITIERES

R. VERITE, A. HODEN et M. JOURNET

Laboratoire de la Production Laitiere

En France, malgré une diminution régulière de ses surfaces cultivées, la betterave fourragère occupait encore en 1972 une surface d'environ 370 000 ha. Elle est souvent utilisée dans la ration des vaches laitières par suite de ses avantages agronomiques (productions élevées de matière sèche et d'U.F./ha) et zootechniques (forte concentration énergétique), de sa facilité de conservation et des progrès dans la mécanisation de sa culture.

Les premières études effectuées à la Station sur l'utilisation des betteraves fourragères par les vaches laitières ont été réalisées par JARRIGE et JOURNET et les principaux résultats présentés par VERITE (Fourrages n° 42 - Juin 1970). Ces premiers essais, effectués avec des quantités de betteraves ne dépassant pas 5 kg de matière sèche par jour, avec des vaches laitières en milieu de lactation qui recevaient par ailleurs une ration de fourrages (foin et ensilage d'herbe) offerts à volonté et de l'aliment concentré distribué selon leurs besoins, avaient montré que :

1°) le pouvoir d'encombrement des betteraves est identique à celui de l'orge et n'est pas influencé par leur teneur en matière sèche (14 à 22 p. 100).

2°) L'apport de betteraves ne fait diminuer la consommation des fourrages (foin de qualité moyenne) de la ration que de 0,45 kg de matière sèche par kg de matière sèche de betteraves supplémentaire. Ainsi, la production laitière permise par l'énergie de la ration de base augmente de 1,4 à 2 kg par kg de matière sèche de betteraves ingéré en plus.

Suite à ces essais, il nous a semblé intéressant de connaître les effets d'un apport de quantités plus élevées de betteraves sur l'ingestion, la production et l'état sanitaire des animaux, en essayant d'expliquer ces effets à partir des principales modifications de la digestion et du métabolisme.

Pour répondre à ces questions, 4 essais avec des vaches laitières de races Holstein et Frisonne en contrôle individuel d'alimentation ont été réalisés en 1970, avec des betteraves à teneur en matière sèche élevée (19 à 21 p. 100), de variétés Rod Otofte et Hundsball Kora.

Les essais I et II ont été effectués avec des vaches en fin de lactation (10 kg de lait en moyenne au début des essais) dans le but de préciser la substitution entre les betteraves et les fourrages : ensilage d'herbe (essai I) ou foin (essai II), quand les quantités de betteraves deviennent importantes (> 5 kg MS). Dans l'essai I, un lot de vaches a reçu au cours de 2 périodes successives, 4 kg de matière sèche puis 8 kg MS de betteraves en complément d'une ration d'ensilage d'herbe distribué à volonté et d'un peu d'aliment concentré si nécessaire (pour couvrir les besoins). Dans l'essai II, 2 lots de vaches ont reçu, en complément d'un foin distribué à volonté, des betteraves offertes à volonté le matin pendant un temps limité (20 ou 50 mn) avec inversion des traitements au cours d'une 2ème période. Dans chaque lot la moitié des vaches a reçu les betteraves sous forme entière et l'autre sous forme hachée.

L'essai III (en cours de publication - Ann. Zootech., 1974) avait pout but de comparer la « valeur laitière » (effets sur la production de lait et le gain de poids vif des vaches à apports isoénergétiques et isoazotés) de 3 rations à base de pulpes sèches (+ ensilage d'herbe), ou de betteraves (+ ensilage d'herbe) ou d'ensilage de maïs seul. Ces rations étaient distribuées en quantités limitées à 3 lots de 10 vaches d'un bon niveau de production (> 20 kg de lait).

Les conditions expérimentales et les principaux résultats de ces 3 essais sont présentés au tableau 1:

L'essai IV (VERITE et JOURNET, 1973 - Ann. Zootechn. **22**, 219-235) effectué sur 4 vaches fistulisées du rumen en lactation (9 à 20 kg de lait) avait pour but de mesurer l'influence de l'apport de betteraves en quantités variables sur les produits terminaux de la digestion dans le rumen et quelques constituants sanguins. Chacun des 4 fourrages suivants (ensilages d'herbe ou de maïs, foins de luzerne de qualités moyenne ou excellente) a été offert à volonté à deux de ces vaches en association à des quantités variables de betteraves (0 - 2,5 - 5 - 7,5 - 10 et 12 kg de matière sèche) au cours de 6 périodes successives de 2 semaines.

TABLEAU I

CONDITIONS EXPERIMENTALES ET RESULTATS DES ESSAIS I, II et III

CONDITIONS EXPERIMENTALES	ESSAI I	ESSAI II	ESSAI III
Schéma et rationnement	1 lot -2 périodes de 3 semaines chacune : P_1 : 4 kg M.S. de betteraves. P_2 : 8 kg M.S. de betteraves En complément d'ensilage d'herbe offert à volonté + aliment concentré selon les besoins	2 lots appariés - 2 périodes de 3 semaines, inversion des traitements A et B - le matin: A : Betteraves à volonté pendant 20 mn B : Betteraves à volonté pendant 50 mn 2ème repas betteraves le soir = quantités ingérées le matin Foin de graminées offert à volonté	3 lots appariés - 1 période de 17 semaines 3 régimes iso-énergétiques et azotés composés en M.S. de : 1 = Pulpes sèches (60) + Ensilage d'herbe (40) 2 = Betteraves (55) + ensilage d'herbe (45) 3 = Ensilage de maïs distribués en quantités limitées. Tourteau de soja et concentré selon les besoins
Animaux	10 vaches en fin de lactation (10ème mois) Gestantes	16 vaches en fin de lactation (10ème mois) Gestantes	30 vaches entre 6ème et 19ème semaines de lactation au début de l'essai.
Caractéristiques des Animaux	Ensilage d'herbe (23,9 % M.S.) Betteraves (21 % M.S.) Aliment concentré (1 U.F. 200 g M.A.T./kg)	Foin graminées (0,55 U.F. - 95 g M.A.T./kg M.S.) Betteraves (19 % M.S.)	Ensilage d'herbe (23,9 %M.S.) Betteraves (21 % M.S.) Tourteau de soja 50 % M.A.T. Concentré : 1 U.F. et 200 g M.A.T./kg

RESULTATS	P_1	P_2	A	B	1	2	3
- Quantités ingérées (kg M.S.) :							
Foin ou ensilage d'herbe	6,48	2,93	9,46	6,53	4,06	4,11	-
Ensilage de maïs	-	-	-	-	-	-	10,25
Betteraves	4,12	7,75	4,11	7,65	-	5,23	-
Pulpes sèches	-	-	-	-	6,20	-	-
Aliment concentré	1,60	0,38	-	-	0,79	0,58	0,52
Tourteau de soja	-	-	-	-	1,30	1,36	1,52
- Poids vif (kg)	569	580	619	614	566	528	556
- Productions :							
Lait (kg)	-	-	6,3	6,1	16,7	14,1	16,0
Lait 4 % (kg)	-	-	6,7	6,7	16,3	14,0	15,9
Taux butyreux (g p. 1000)	-	-	46,1	48,2	38,6	40,3	39,9
Taux matières azotées (gp. 1000)	-	-	43,8	44,8	34,4	33,9	33,0
- Acides gras volatils du rumen (3 h après le début du repas) (p. 100 molaire) :							
Acide acétique	-	-	59,9	52,3	64,5	54,1	60,3
Acide propionique	-	-	21,5	24,4	18,9	20,3	20,5
Acide butyrique	-	-	15,4	19,7	13,0	22,3	14,2

RESULTATS

I. - QUANTITES INGEREES

1°) Les quantités de betteraves volontairement ingérées dans un temps limité ne diffèrent pas significativement selon leur forme de présentation :

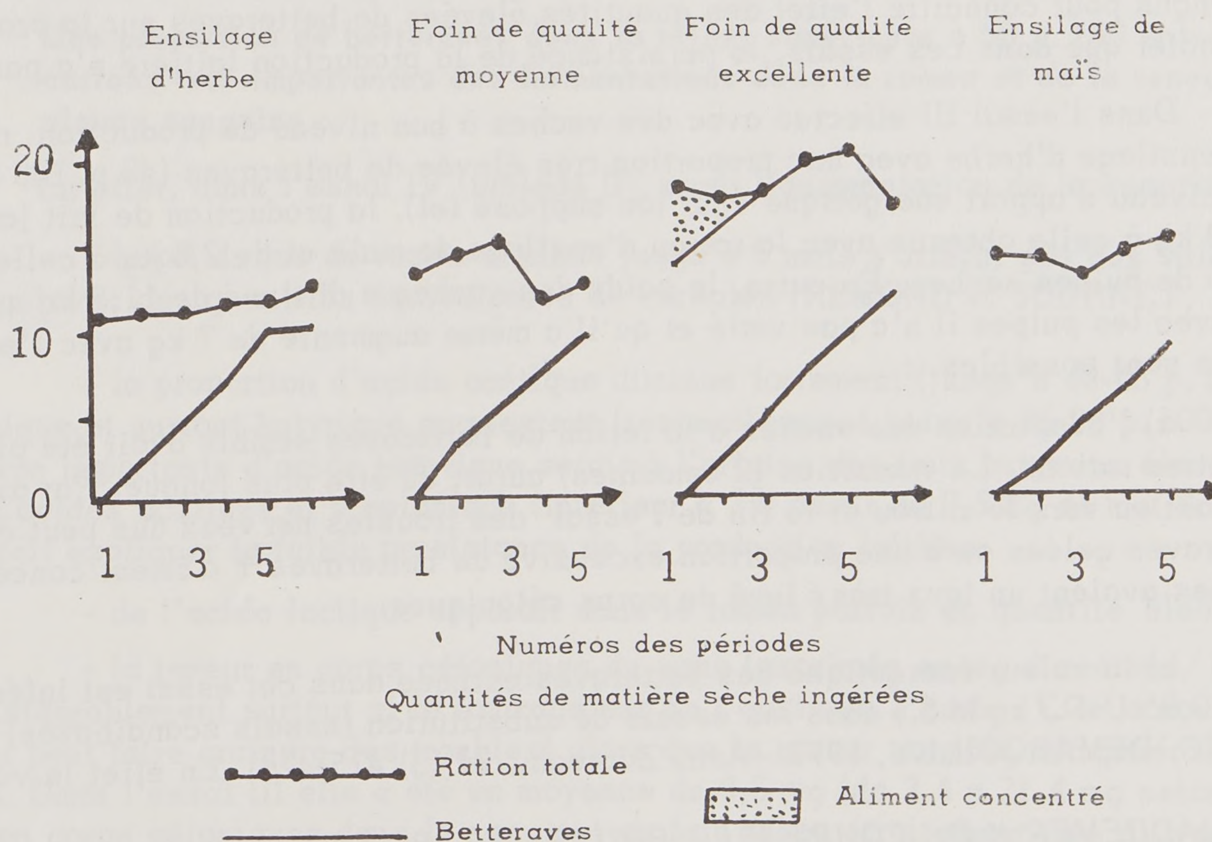
Dans l'essai II, pour des temps d'accès de 20 et 50 minutes respectivement, les vaches ont ingéré 2, 1 et 4,0 kg de matière sèche de betteraves sous forme hachée contre 2,0 et 3,8 lorsqu'elles étaient entières. De plus, nous n'avons pas observé d'accident particulier (obstruction oesophagienne) avec des betteraves entières.

2°) Lorsque la quantité de betteraves offerte dépasse 4 à 5 kg de matière sèche la substitution entre les fourrages et les betteraves est pratiquement totale (sauf avec le foin d'excellente qualité) :

Les résultats de l'essai II montrent qu'en passant de 4 à environ 8 kg de M.S. de betteraves, les quantités ingérées de fourrages ont diminué en moyenne de 0,8 kg de matière sèche par kg de matière sèche de betteraves supplémentaires. Les résultats de l'essai I indiquent une substitution encore plus élevée (> 1 kg de matière sèche), mais ils sont en partie faussés car le stade de lactation et les quantités de concentré varient entre les 2 périodes.

Les résultats de l'essai IV confirment que le taux de substitution des betteraves au foin est voisin de 0,5 tant que la quantité de betteraves reste faible (5 à 6 kg de matière sèche en général) mais qu'au-dessus l'apport supplémentaire de betteraves se substitue presque totalement (0,8 kg de matière sèche) au fourrage. Cependant, avec le foin d'excellente qualité, la substitution partielle se poursuit pour des quantités plus élevées de betteraves (jusqu'à 10 kg de matière sèche), et la proportion de 50 p. 100 de matière sèche de betteraves dans la ration n'est atteinte qu'avec des quantités élevées de betteraves comme l'illustre le graphique I. Ceci confirme qu'il est possible de distribuer des quantités de betteraves d'autant plus élevées que le fourrage est de meilleure qualité. Avec les ensilages l'augmentation de la quantité de betterave distribuée (même entre 0 et 5 kg de M.S.) a fait augmenter la quantité de matière sèche totale ingérée de façon faible, voire nulle.

GRAPHIQUE I - ESSAI IV



3°) Les betteraves sont ingérées rapidement mais beaucoup moins cependant que les aliments concentrés (en matière sèche) :

Les quantités de betteraves ingérées par les 16 vaches de l'essai II pendant les 20 et 50 minutes du repas du matin ont été respectivement de 11,2 kg et 20,6 kg soit de 2,1 et 3,9 kg de matière sèche. Ainsi, les vaches ont ingéré respectivement pendant ces périodes 106 ± 27 g et 78 ± 42 g de matière sèche de betteraves par minute. La quantité de betteraves ingérée a donc été de 59 g de matière sèche par minute entre 20 et 50 minutes. Dans l'essai IV, la vitesse d'ingestion des betteraves observée durant la demi-heure suivant la distribution a été en moyenne de 80 g de matière sèche par minute. Les vaches mettent ainsi 3 à 4 fois plus de temps pour ingérer des betteraves (en matière sèche) que pour ingérer de l'aliment concentré (en agglomérés). D'après une étude de JONES et al.,* les vaches ingèrent en effet environ 400 g d'aliment concentré à la minute lorsqu'il est présenté sous forme d'agglomérés et un peu plus de 250 g lorsqu'il est en farine ; la vitesse d'ingestion étant pratiquement constante jusqu'à 4 kg de matière sèche.

4°) Même avec un foin de bonne qualité offert à volonté les betteraves offertes pendant 100 mn par jour représentent plus de la moitié de la ration (en M.S.) :

En effet dans l'essai II, les betteraves ont représenté en moyenne respectivement 30 p. cent (extrêmes de 23 et 44 entre vaches) et 54 p.100 (extrêmes de 42 et 65 entre vaches) de la matière sèche de la ration totale lorsqu'elles étaient offertes pendant 40 et 100 minutes par jour. Ainsi, avec un foin de bonne qualité le seuil de 50 p. 100 de matière sèche de betteraves dans la ration totale n'est atteint par aucune des vaches pour un temps d'accès de 40 minutes par jour alors qu'il est dépassé pratiquement par toutes pour un temps d'accès de 100 minutes.

II. - PRODUCTION ET COMPOSITION DU LAIT - VALEUR ENERGETIQUE DES BETTERAVES

1°) La « valeur laitière » de la ration et la valeur énergétique des betteraves semblent réduites lorsque la proportion de betteraves + aliment concentré atteint près de 65 p.100 de la matière sèche :

Les premiers essais de JARRIGE et JOURNET avaient montré que, lorsque des quantités modérées de betteraves étaient ajoutées à la ration (avec substitution partielle) , la production de lait augmentait légèrement par suite de l'augmentation des apports énergétiques. Les essais I, II et IV n'ont pas été conçus pour connaître l'effet des quantités élevées de betteraves sur la production. On peut cependant noter que dans ces essais, la persistance de la production laitière n'a pas été bonne.

Dans l'essai III effectué avec des vaches à bon niveau de production, recevant une ration à base d'ensilage d'herbe avec une proportion très élevée de betteraves (46 p. 100 de la matière sèche totale) à niveau d'apport énergétique égal (ou supposé tel), la production de lait journalière a été inférieure de 1,9 kg à celle obtenue avec la ration d'ensilage de maïs et de 2,6 kg à celle obtenue avec le régime à base de pulpes sèches. En outre, le poids des vaches a diminué de 11,5 kg avec les betteraves alors qu'avec les pulpes il n'a pas varié et qu'il a même augmenté de 7 kg avec l'ensilage de maïs. Plusieurs causes sont possibles. :

a) l'adaptation des vaches à la ration de betteraves semble avoir été plus difficile qu'avec les 2 autres rations. La transition (2 semaines) aurait dû être plus longue. Par ailleurs, 6 vaches sur les 10 ont eu vers le milieu et la fin de l'essai des troubles nerveux dus peut-être à une ingestion de betteraves gelées ou à une proportion excessive de betteraves + aliment concentré dans la ration. Ces vaches avaient un taux très élevé de corps cétoniques.

b) la valeur énergétique des betteraves estimée dans cet essai est inférieure à celle mesurée (0,90 à 0,95 U.F./kg M.S.) dans les essais de substitution (essais scandinaves) et les essais de digestibilité (C. DEMARQUILLY, 1972 - Ann. Zootech., **21** (3) 415-428). En effet, la valeur énergétique

* *JONES C.G., MADDEVER K.D., COURT P.L., PHILIPS M., 1966. The time taken by cows to eat concentrates. Anim. Prod.* **8**, *489-497.*

des betteraves calculée par différence entre les besoins des vaches (entretien + lait + changement de poids vif) et les apports des autres constituants de la ration a été seulement de 0,85 U.F./kg M.S.. Les valeurs des pulpes sèches et de l'ensilage de maïs obtenues de la même façon ont été respectivement de 0,92 et 0,78 U.F./kg M.S. Une plus faible valeur énergétique des betteraves pour des quantités assez élevées avait déjà été notée dans certains essais par JARRIGE et JOURNET. En effet, le saccharose ingéré en quantité élevée est utilisé moins efficacement par le ruminant que les autres glucides de la ration.

2°) L'apport de betteraves dans la ration a un effet d'autant plus favorable sur le taux butyreux que la quantité de betterave est plus élevée :

Dans l'essai IV, quand les betteraves ont été ajoutées à une ration de base classique (foin ou ensilage d'herbe), le taux butyreux a augmenté de façon très sensible bien qu'il soit difficile de corriger pour l'effet du stade de lactation. En revanche, quand elles étaient ajoutées à une ration d'ensilage de maïs permettant déjà un taux butyreux élevé celui-ci n'a pas été modifié. Ces tendances ont été retrouvées dans l'essai III où le taux butyreux avec les rations à base de betteraves (40,3 g p. 1000) ou d'ensilage de maïs (39,9 p. 1000) a été nettement plus élevé qu'avec les pulpes (38,6 p. 1000). Les taux butyreux observés avec les betteraves sont élevés bien que les apports de matières grasses par la ration soient très faibles (avec les quantités élevées de betteraves, minimum compris entre 45 et 170 g par vache et par jour selon les fourrages dans l'essai IV) et nettement inférieurs aux valeurs critiques (250 à 400 g) données par certains auteurs (cf. revue de JARRIGE et JOURNET, 1959, Ann. Nutr. Aliment. Vol. XIII, A 233 - A 278). La faiblesse de ces apports occasionne d'ailleurs une faible proportion d'acides gras longs dans le lait. Dans l'essai IV, cette proportion est passée de 34 à 16 p. 100 entre 0 et 10 kg de M.S. de betteraves. Par contre, la forte quantité d'acides gras courts et moyens sécrétée dans le lait provient probablement de la production élevée d'acide butyrique dans le rumen qui est un de leurs précurseurs important. Ces taux butyreux élevés peuvent être dus aussi en partie à la diminution rapide de la production de lait.

L'apport de betteraves a provoqué dans les essais II et IV une augmentation importante du taux de matières azotées du lait due probablement à l'élévation du niveau d'apport énergétique, puisque dans l'essai III, le taux de matières azotées du lait n'a pas été différent entre les rations à base de betteraves, de pulpes ou d'ensilage de maïs, distribuées à niveau énergétique égal.

III. - PHENOMENES DIGESTIFS ET METABOLIQUES

Une proportion de betteraves dans la ration supérieure à 50 p. 100 entraîne des modifications très importantes des fermentations dans le rumen et de la teneur en corps cétoniques sanguins :

En effet, dans l'essai IV (tableau II), avec l'augmentation de la quantité de betteraves :

- le pH du jus de rumen diminue jusqu'à 6 mais n'atteint pas des valeurs aussi faibles (5,5) qu'avec des quantités équivalentes de céréales (REMOND et JOURNET, 1972 - Ann. Zootech., **21**, 191-205).

- la proportion d'acide acétique diminue fortement (jusqu'à 40-45 p. 100) et celles d'acides propionique et surtout butyrique augmentent (respectivement jusqu'à 25-30 p. 100 et 20-25 p. 100). Cette proportion importante d'acide butyrique serait à l'origine des taux butyreux élevés et le faible rapport entre les acides acétique et propionique (inférieur à 2 à partir de 7,5 kg de matière sèche de betteraves) pourrait expliquer la faible persistance de la production laitière.

- de l'acide lactique apparaît dans le rumen parfois en quantité élevée (jusqu'à 5 g/l),

- la teneur en corps cétoniques du sang (exprimée en mg d'acétone/100 ml de sang) augmente considérablement surtout si le fourrage est de l'ensilage d'herbe. Elle a souvent été supérieure à 5 mg (ce qui peut faire craindre des troubles) alors que la teneur normale est généralement comprise entre 1,5 et 4. Dans l'essai III elle a été en moyenne de 8,5 mg (de 3,4 à 21,4 mg selon les vaches). Cette teneur en corps cétoniques dans le sang est en fait assez étroitement liée à la proportion d'acide butyrique dans le rumen, ce qui est normal puisque le principal corps cétonique du sang (l'acide β hydroxybutyrique) provient directement de l'acide butyrique du rumen.

TABLEAU II - ESSAI IV

FERMENTATIONS DANS LE RUMEN ET CORPS CETONIQUES SANGUIN

(3 heures après le début du repas)

- Moyenne des 4 fourrages étudiés -

QUANTITES DE BETTERAVES (kg/M.S.) / CRITERES	0	2,5	5	7,5	10
ACIDES GRAS VOLATILS (%) :					
- Acide acétique	68,3	62,8	57,6	51,6	46,5
- Acide propionique	18,9	17,7	19,5	24,7	24,0
- Acide butyrique	8,3	16,0	19,8	20,4	23,2
pH du jus de rumen	-	6,8	6,65	6,55	6,2
Acide lactique (g/1 de jus)	0	0-0,3	0,3 - 1,3	0,2 - 5,1	0,6 - 4,0
Corps cétoniques sanguins (mg d'acétone/100 ml)	1,7-3,4	1,8 - 10,0	2,8 - 9,0	2,5 - 12,2	3,3 - 11,2

CONCLUSION

Avec des foins de qualité moyenne offerts à volonté, un apport de betteraves inférieur à 5 kg de M.S. permet dans la plupart des cas d'accroître le niveau d'ingestion et plus encore le niveau énergétique de la ration. En revanche, pour des apports supérieurs de betteraves, celles-ci se subsituent aux fourrages, le niveau énergétique de la ration augmente peu et l'efficacité d'utilisation de l'énergie pour la production de lait est moins bonne. En effet, la persistance de la production laitière est faible bien que le taux butyreux reste très élevé et la valeur énergétique des betteraves est inférieure à 0,9 U.F./kg M.S. Ces résultats s'expliquent très bien par la proportion faible d'acide acétique et les proportions élevées des acides propionique et surtout butyrique. Ce dernier occasionne par ailleurs un taux élevé des corps cétoniques sanguins, cause probable des troubles observés lorsque les quantités de betteraves ont été excessives. La proportion de betteraves + concentré (en matière sèche) dans la ration devrait être inférieure à 60 p. 100. Pour atteindre ce pourcentage la quantité de betteraves qu'il est possible de distribuer est d'autant plus grande que le fourrage est de meilleure qualité. Il semble également préférable d'associer les betteraves au foin plutôt qu'à l'ensilage d'herbe.

INFLUENCE DU MODE DE PRESENTATION DU MAIS GRAIN SUR SA VALEUR ALIMENTAIRE POUR L'ENGRAISSEMENT DES TAURILLONS

Y. GEAY * - G. LIENARD **

* Laboratoire de la Production de Viande
** Laboratoire d'Economie de l'Elevage

Avec la collaboration de Robert JAILLER, G. CUYLLE et L. LHOTELIER

Jusqu'à ces dernières années, on admettait qu'il était nécessaire de faire subir au maïs grain, destiné à l'alimentation des bovins, un traitement mécanique (broyage, suivi ou non d'agglomération), afin de permettre une attaque plus aisée des grains d'amidon par les micro-organismes du rumen. Or, divers essais réalisés aux Etats-Unis (KLAY, 1968 ; HIXON et al, 1969 ; BURKLARDT et al, 1969 ; GERKEN et al, 1972) et en France par certains fabricants d'aliments composés, semblent montrer que, lorsque des rations comportant des taux élevés de maïs sont distribuées à volonté à des bovins à l'engrais, le grain entier serait utilisé plus efficacement que lorsqu'il a subi un traitement mécanique.

C'est pourquoi nous avons cherché à comparer l'utilisation du maïs grain entier au maïs grain condensé (broyé et aggloméré) pour l'engraissement de jeunes bovins.

Pour cela, deux lots de 13 taurillons Salers âgés de 14 mois au début de l'expérience, ont reçu à volonté une ration comportant 80 p. 100 de la matière sèche sous forme de maïs grain, 10 p. 100 sous forme de tourteau de soja et 10 p. 100 sous forme de paille. Les animaux du lot 1 ont reçu le maïs sec condensé et ceux du lot 2 l'ont reçu entier. Le maïs et le tourteau ont été distribués simultanément dans la même auge. La paille a été distribuée séparément dans une auge différente. Les animaux ont été placés en stabulation libre sur une aire mi paillée, mi bétonnée.

Les animaux ont été abattus par bloc de 2 (un animal de chaque lot)lorsque l'état d'engraissement du taurillon du lot 2 a été jugé satisfaisant, en moyenne au bout de 103 ± 24 jours. A l'abattage, la composition des carcasse a été estimée à partir de celle de la 11e côte (GEAY et BERANGER, 1969).

On a mesuré par ailleurs sur 6 taurillons maintenus en cage à bilan, la digestibilité de la matière sèche, de la matière organique, des matières azotées et de l'amidon de ces rations, ainsi que celles de rations de même composition mais dans lesquelles le maïs était humide (65 p. 100 d'humidité) conservé à l'acide propionique, distribué soit entier, soit aplati. Chacun de ces rations a été distribuée à volonté.

RESULTATS

1°) Croissance (tableau 1)

Quelle que soit la ration, le gain de poids vif des animaux a été très élevé (en moyenne 1 552 g/j) ; les différences de gain de poids vif entre les lots n'ont pas été significatives. La figure 1 montre cependant que les courbes de croissance n'ont pas eu la même forme selon le mode de présentation du grain. Durant les 70 premiers jours, le gain de poids vif journalier des animaux du lot «maïs entier» a été supérieur à celui de leurs homologues du lot «maïs condensé» ; puis les écarts ont décru pour devenir très faibles en fin d'expérience.

TABLEAU I

UTILISATION COMPAREE DU MAIS GRAIN ENTIER ET DU MAIS GRAIN CONDENSE PAR LES TAURILLONS A L'ENGRAIS

		Maïs grain entier	Maïs grain condensé
Nombre d'animaux		13	13
Poids à la mise en lot	(kg)	421 ± 51	420 ± 52
Age à la mise en lot	(j)	438 ± 41	438 ± 39
Poids début expérience	(kg)	426 ± 50	424 ± 52
Poids fin expérience	(kg)	586 ± 28	581 ± 26
Durée	(j)	103 ± 24	103 ± 25
Gain moyen	(g/j)	1583 ± 287	1518 ± 165
Matière sèche consommée (kg/j)			
Maïs		8,24	6,91
Tourteau de soja		0,98	0,83
Paille		0,84	0,96
Totale		10,06	8,70
Matière sèche/kg de gain		6,72	5,76
Résultats d'abattage			
Poids vif vide (P.V.V.)		522 ± 28	517 ± 20
Poids de carcasse froide		340 ± 15	335 ± 15
Rendement vrai (poids de carcasse chaude/P.V.V.)		66,6	66,2
Muscles dans la carcasse (%)		72,1 ± 1,6	71,9 ± 1,7
Gras dans la carcasse (%)		12,7 ± 1,0	12,1 ± 1,0
* Gain de poids de carcasse froide (kg)		119,3	114,6

* Le gain de poids de carcasse froide a été obtenu en admettant un rendement en carcasse de 53 p. 100 en début d'expérience.

TABLEAU II

COEFFICIENTS D'UTILISATION DIGESTIVE DE LA RATION SUIVANT LE MODE DE PRESENTATION DU MAIS GRAIN

Mode de présentation	Matière sèche	Matière organique	Matières azotées	Amidon
Sec entier	67,8	70,2	61,7	82,0
Sec condensé	73,6	74,8	74,3	98,1
Humide entier	66,8	66,4	57,7	83,7
Humide aplati	75,8	77,1	67,5	98,3

2°) Comportement alimentaire des animaux et quantités ingérées (tableau 1)

Le comportement alimentaire a été différent selon le mode de présentation du maïs grain. C'est ainsi que le maïs grain entier a été consommé très rapidement par les animaux tandis que le grain condensé était consommé par petits repas successifs tout au long de la journée.

Dès le début de l'expérience, les quantités de maïs ingérées sous forme entière ont été très supérieures à celles ingérées sous forme condensée (48 p. 100 en plus durant la première semaine) (figure 2), et l'écart est resté très important jusqu'aux premiers abattages des animaux. En fin de période d'engraissement, les différences de consommation ont pratiquement disparu, du fait de la forte réduction de consommation des animaux au maïs entier. Au total, sur l'ensemble de la période d'engraissement, les animaux recevant le maïs entier ont ingéré 19 p. 100 de grain en plus que ceux recevant le maïs condensé. En revanche, ces derniers ont consommé 14 p. 100 de paille en plus.

L'évolution des quantités de matière sèche totale ingérée par kg de gain de poids vif par les animaux du lot «maïs entier» (figure 3), montre qu'elles ont été inférieures, durant les 9 premières semaines, à celles ingérées par les animaux du lot «maïs condensé». Cependant, sur la totalité de la période, les taurillons recevant le maïs entier ont ingéré 16,6 p. 100 de matière sèche par kg de gain de poids vif en plus que leurs homologues recevant le maïs condensé.

3°) Résultats d'abattage (tableau 1)

Les animaux recevant le maïs entier ont fourni des carcasses pesant 4,7 kg de plus que celles de leurs homologues au maïs condensé. Cependant, les différences ne sont pas significatives ($P = 0,70$). Le rendement en carcasse, ainsi que la composition de ces carcasses, ont également été non significativement différentes d'un lot à l'autre.

4°) Digestibilité

Elle a varié dans de fortes proportions selon le mode de présentation du maïs ainsi que le montre le tableau 2 ci-après.

Ainsi, lorsque le grain est utilisé entier, une proportion importante de l'amidon ingérée (16 à 18 p. 100) n'est pas digérée par l'animal tandis que la presque totalité de l'amidon disparaît au cours de la digestion lorsque le grain subit un traitement mécanique. Par ailleurs, la digestibilité des matières azotées du grain humide est plus faible que celle du grain sec, particulièrement si celui-ci est distribué entier.

DISCUSSION

- Aspects zootechniques

La distribution du maïs grain sous forme entière a permis aux animaux de réaliser des performances identiques à celles de leurs homologues recevant le maïs condensé. Cependant, contrairement aux résultats observés par les divers auteurs précités, nous n'avons pas observé d'augmentation du rendement en carcasse, ni d'amélioration de l'efficacité alimentaire ; bien au contraire, cette dernière a été nettement plus faible, due à une ingestion très supérieure de grain entier par rapport au grain condensé. Nous avons en outre constaté une diminution de la digestibilité de la ration de grain entier, et cette diminution a été plus importante lorsque le grain a été distribué humide plutôt que sec. En revanche, WHITE et al (1972) n'ont pas observé de modification de la digestibilité selon que le grain était distribué broyé ou entier.

La ration comportant le maïs entier a toutefois permis un bien meilleur «démarrage» des animaux que celle comportant le maïs condensé. Les ingestions importantes de grain entier, dès le début de la période d'engraissement, ont en effet permis aux taurillons de réaliser des croissances plus élevées que celles de leurs homologues de l'autre lot. L'efficacité alimentaire a d'ailleurs été meilleure durant cette période. La diminution brusque d'ingestion (figure 2), le ralentissement de croissance (figure 1) et la diminution de l'efficacité alimentaire (figure 3) constatés en fin d'expérience ne s'expliquent cependant pas par un engraissement plus important.

FIGURE I

EVOLUTION DU POIDS VIF DES TAURILLONS AU COURS DE LA PERIODE EXPERIMENTALE

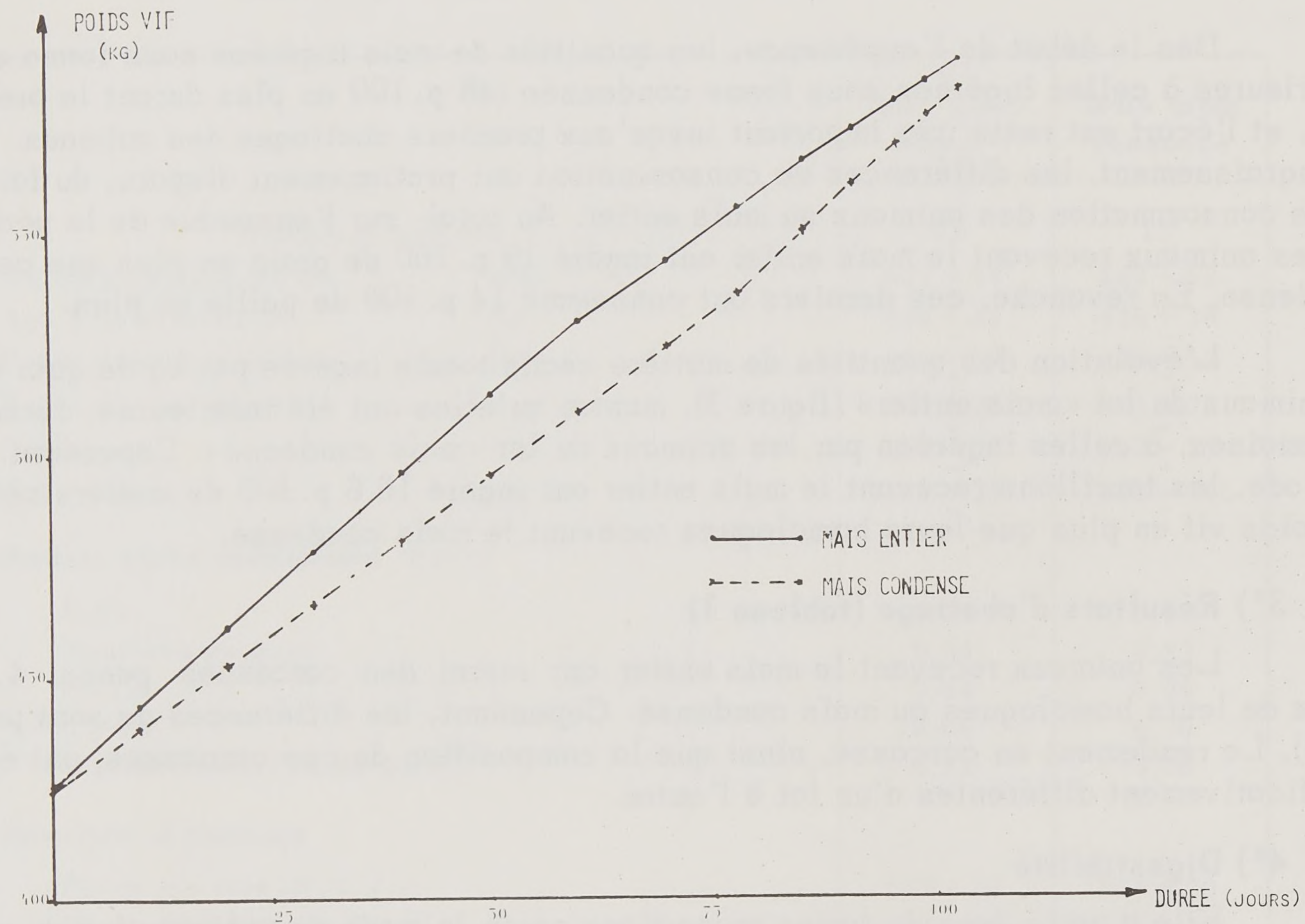


FIGURE II

EVOLUTION DES QUANTITES DE MATIERE SECHE DE MAIS INGEREES PAR JOUR

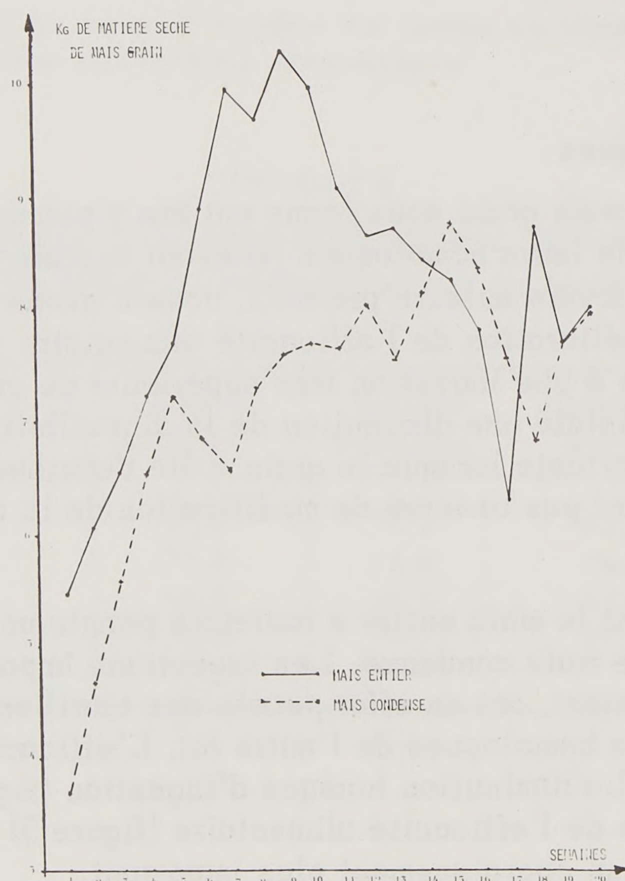
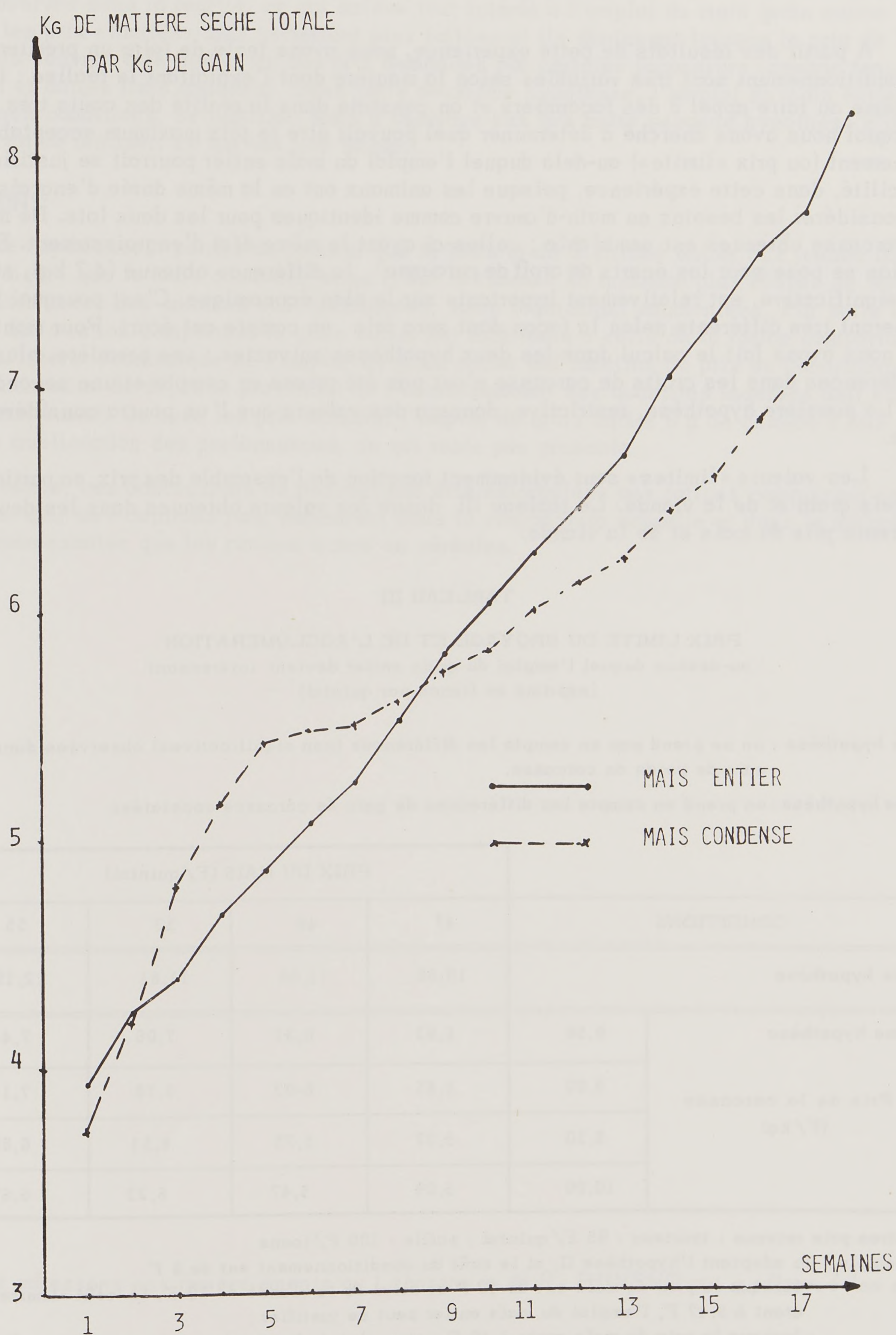


FIGURE III

EVOLUTION DES QUANTITES DE MATIERE SECHE INGEREES PAR KG DE GAIN



- Aspects économiques

Du fait de l'augmentation de la consommation, l'emploi du maïs grain entier se traduit par une hausse du coût alimentaire. En contre-partie, il a l'intérêt d'économiser les frais de conditionnement. Pour faire le bilan économique de l'opération, il est nécessaire de tenir compte des autres facteurs éventuels : différence dans les croîts de carcasse obtenus, différence possible dans la valeur des carcasses, différence dans la durée de présence qui entraînerait des variations dans les besoins de main-d'œuvre.

A partir des résultats de cette expérience, nous avons tenté de faire un premier bilan. Les frais de conditionnement sont très variables selon la manière dont l'exploitant le réalise : il peut le faire lui-même ou faire appel à des façonniers et on constate dans la réalité des coûts très divers. C'est pourquoi nous avons cherché à déterminer quel pouvait être le prix maximum acceptable pour le conditionnement (ou prix «limite») au-delà duquel l'emploi du maïs entier pourrait se justifier. Le calcul est facilité, dans cette expérience, puisque les animaux ont eu la même durée d'engraissement et on peut considérer les besoins en main-d'œuvre comme identiques pour les deux lots. De même, la valeur des carcasse obtenues est semblable ; celles-ci ayant le même état d'engraissement. En revanche, une question se pose pour les écarts de croît de carcasse la différence obtenue (4,7 kg), statistiquement non significative, est relativement importante sur le plan économique. C'est pourquoi les résultats du bilan seront très différents selon la façon dont sera pris en compte cet écart. Pour montrer son importance, nous avons fait le calcul dans les deux hypothèses suivantes : une première, plus rigoureuse, où les différences dans les croîts de carcasse n'ont pas été prises en compte et une seconde où elles l'ont été. La première hypothèse, restrictive, donnera des valeurs que l'on pourra considérer comme maximales.

Les valeurs «limites» sont évidemment fonction de l'ensemble des prix, en particulier de ceux du maïs grain et de la viande. Le tableau III donne les valeurs obtenues dans les deux hypothèses, pour différents prix du maïs et de la viande.

TABLEAU III

PRIX LIMITE DU BROYAGE ET DE L'AGGLOMERATION
au-dessus duquel l'emploi du grain entier devient intéressant
(exprimé en francs par quintal)

1ère hypothèse : on ne prend pas en compte les différences (non significatives) observées dans le gain de poids de carcasse.

2ème hypothèse : on prend en compte les différences de gain de carcasse constatées

CONDITIONS		PRIX DU MAIS (F/quintal) 47	49	53	55
1ère hypothèse		10,68	11,06	11,81	12,19
2ème hypothèse	8,50	5,93	6,31	7,06	7,44
Prix de la carcasse (F/kg)	9,00	5,65	6-03	6,78	7,16
	9,50	5,37	5,75	6,51	6,88
	10,00	5,09	5,47	6,23	6,60

Autres prix retenus : tourteau : 95 F/quintal ; paille : 100 F/tonne
Exemple : en adoptant l'hypothèse II, si le coût du conditionnement est de 6 F
- lorsque le prix du maïs est de 49 F et celui de la viande de 10 F, le coût «limite» étant à 5,47 F, l'emploi du maïs entier peut se justifier ;
- lorsque le prix du maïs reste à 49 F mais celui de la viande passe à 8,50 le coût «limite» étant à 6,31 F, l'emploi du maïs entier ne se justifie plus.

Les prix de 47 et 49 F pour le maïs correspondent à des prix «production» (variables d'une région à l'autre et selon la manière dont est fait le séchage, par l'exploitant ou à l'entreprise). Les prix de 53 et 55 F correspondent à des prix d'achat par les éleveurs.

On voit ainsi que le prix maximum admissible pour le conditionnement augmente avec le prix du maïs. Dans l'hypothèse I, on peut considérer que les prix «limites» obtenus sont plus élevés que ceux observés dans la réalité, ce qui enlève tout intérêt à l'emploi du maïs grain entier. Dans l'hypothèse II, les prix «limites» sont nettement plus faibles et ils diminuent lorsque le prix de la viande augmente; ils peuvent être inférieurs aux prix demandés par certains façonniers (compte tenu des frais de transport et autres frais annexes). Dans cette deuxième hypothèse, l'emploi du maïs entier pourrait, dans certaines conditions, se justifier. Mais n'oublions pas que cette seconde hypothèse n'a que 30 p. 100 de chances de se réaliser, ce qui est très faible...

CONCLUSIONS

Cette expérience a permis de montrer que le maïs grain distribué entier aux jeunes bovins est moins bien digéré que le maïs condensé et qu'il est consommé en quantité plus élevée de telle sorte que les performances des animaux sont inchangées, voire légèrement augmentées. Par suite l'efficacité alimentaire de la ration comportant le grain entier est inférieure à celle de la ration comportant le grain condensé. L'intérêt économique de l'emploi du grain entier est fonction du prix du conditionnement : en effet, l'augmentation de dépense provenant de l'accroissement des quantités ingérées doit être inférieure au coût du traitement. Or, avec les prix actuels, l'emploi du grain entier n'a de chance d'être rentable que s'il y a amélioration des performances, ce qui reste peu probable.

Toutefois, ces conclusions ne peuvent pas être extrapolées aux rations comportant davantage de fourrages, qui, ne l'oublions pas, demeurent dans la conjoncture actuelle et dans la majorité des cas, plus intéressantes que les rations riches en céréales.

Nous adressons nos remerciements au Laboratoire de P. THIVEND qui a effectué les dosages d'amidon.

COMPOSITION EN ACIDES AMINES ET VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE TOURNESOL *

R. PION

Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté

La valeur nutritive pour le monogastrique des protéines des tourteaux de tournesol dépend en premier lieu de leur composition en acides aminés indispensables, mais est également conditionnée par l'utilisation digestive et métabolique de ces derniers par l'animal. C'est pourquoi nous avons étudié l'influence de certaines conditions de production sur la composition des graines ou des tourteaux et celle de la présence de parasites assez répandus sur leur valeur nutritive.

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DE GRAINES ET DE TOURTEAUX

Les échantillons analysés sont de provenances diverses et comportent des graines de plusieurs variétés. Les tourteaux de tournesol (tableau I) sont fortement carencés en lysine, et secondairement en acides aminés soufrés, et la variabilité des teneurs est faible et peut sans doute s'expliquer, au moins en partie, par la présence d'une proportion plus ou moins grande de coques : ces dernières, qui sont il est vrai pauvres en azote, ont en effet une composition en acides aminés différente de celle du tourteau ; elles sont relativement riches en lysine, en thréonine et, à un moindre degré, en acides aminés soufrés, et relativement pauvres en isoleucine, leucine, tyrosine, phénylalanine, histidine et surtout arginine.

Les résultats rapportés sur le tableau 2 confirment la possibilité d'une influence de la variété et du lieu de culture sur la teneur en lysine des matières azotées de la graine mise en évidence par BAUDET et al (1971) (1). Les différences relativement importantes par rapport à la variabilité observée chez les tourteaux sont peut-être liées à l'importance plus ou moins grande des coques dans l'ensemble de la graine.

INFLUENCE DE PARASITES SUR LA COMPOSITION ET LA VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE TOURNESOL (tableaux 3 et 4)

Nous avons constaté (PAWLAK et PION, 1970) (2) que la valeur nutritive de protéines d'un bon tourteau de tournesol (teneur en cellulose brute 11 p. 100) était satisfaisante, compte tenu de sa composition en acides aminés, sauf en ce qui concerne la thréonine, qui semblait partiellement indisponible. Pour étudier l'influence sur cette valeur nutritive du paratisme par *Botrytis cinerea* et *Sclerotinium*, nous avons comparé des tourteaux produits à partir de graines saines, ou de graines obtenues dans les mêmes conditions mais provenant de plantes infectées par les deux parasites.

La présence de *Botrytis* entraine une légère augmentation de la teneur en cellulose du tourteau, et par suite une légère diminution de sa teneur en azote ; la présence de *Sclerotinia* a une influence beaucoup plus marquée : elle gêne le décorticage, aboutissant à la production d'un tourteau deux fois plus riche en cellulose que le témoin, et par suite beaucoup plus pauvre en azote. La composition en certains acides aminés indispensables du tourteau obtenu à partir des graines infectées par *Sclerotinia* est légèrement différente de celle des deux autres tourteaux, ce qui est du au moins en partie au mauvais décorticage de ce tourteau.

(1) BAUDET J., LECLERQ P., MOSSE J., 1971. C.R. Acad. Sci. Paris, Série D, 273, 1112-1115.

(*) Extrait d'une communication à la 5e conférence internationale sur le Tournesol - Clermont-Ferrand

(2) PAWLAK M., PION R., 1970. Ann. Biol. ani . Biochim. Biophys., 10, 317-322

TABLEAU I

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DU TOURTEAU
DE TOURNESOL ET DES COQUES *
g. p 16 g N

	Tourteau de Tournesol 12 échantillons (MAT % 34,9 - 62,4)		Coques MAT % 4,62
	Moyenne	Coefficien de variation (%)	
Ac. aspartique	9,0	2,4	9,85
THREONINE	3,7	3,6	4,35
Sérine	4,3	2,3	4,85
Ac. glutamique	20,85	3,4	10,95
Proline	4,15	5,2	3,8
Glycine	5,6	4,9	7,7
Alanine	4,3	5,15	4,45
VALINE	5,45	3,6	4,9
ISOLEUCINE	4,5	3,4	3,75
LEUCINE	6,25	2,95	5,8
TYROSINE	2,75	4,25	2,05
PHENYLALANINE	4,75	4,15	3,15
METHIONINE	2,35	6,6 **	1,4
CYSTINE	1,95	6,05 **	3,25
LYSINE	3,65	3,6	4,55
HISTIDINE	2,5	2,8	2,0
ARGININE	8,9	5,6	3,65
TRYPTOPHANE	1,2	6,5 ***	

* pouvant contenir d'autres débris
** 10 analyses seulement
*** 6 analyses seulement

TABLEAU II

INFLUENCE DE LA VARIETE ET DU LIEU DE CULTURE
SUR LA COMPOSITION EN ACIDES AMINES BASIQUES ET EN TRYPTOPHANE
DES GRAINES DE TOURNESOL

VARIETES	MAT % de M.S.	LYSINE % de M.S.	Acides aminés (g/ 16 g N)			
	du résidu dégraissé +		Lysine	Histidine	Arginine	Tryptophane
INRA 6501						
cultivé à ARTONNE	25,75	1,0	3,90	2,31	8,00	
cultivé à SAUVAGNAT	30,28	1,09	3,62	2,44	8,74	1,05
cultivé à PERIGNAT	32,84	1,18	3,62	2,46	8,84	
PEREDOVIK						
cultivé à ARTONNE	28,84	1,17	4,07	2,30	7,63	
cultivé à SAUVAGNAT	34,00	1,26	3,73	2,32	8,12	1,1
cultivé à PERIGNAT	35,34	1,26	3,58	2,29	8,18	

+ Délipidation non quantitative effectuée en laboratoire

TABLEAU III

INFLUENCE DU PARASITISME SUR LA COMPOSITION DES TOURTEAUX

	Graines saines	Graines infestées par Botrytis	Graines infestées par Sclerotinia
M.S. %	89,6	89,6	89,7
M.A. (N × 6,25) %	47,2	46,6	34,15
Matière cellulosique %	11,2	13,6	23,6
Thréonine (g p. 16 g N)	3,75	3,65	4,05
Méthionine (g p. 16 g N)	2,35	2,3	2,05
Valine (g p. 16 g N)	5,4	5,45	5,15

TABLEAU IV

INFLUENCE DU PARASITISME SUR LA VALEUR NUTRITIVE
DU TOURTEAU DE TOURNESOL POUR LE RAT EN CROISSANCE

Régime	Graines saines	Graines infestées par Botrytis	Graines infestées par Sclerotinia	Graines saines + coques
CUDa des matières azotées		77,25	77,4	
CUDa de la matière organique		88,05	83,4	
Gain de poids moyen journalier (g.)	6,96	6,74	4,24	4,71
Consommation d'aliment (g de MS/ J.)	17,85	16,8	13,2	15,4

La présence de *Sclerotinia* ne diminue pas le coefficient d'utilisation digestive apparent de l'azote, mais diminue nettement celui de la matière organique, ce qui peut sans doute s'expliquer par la teneur en cellulose élevée du dernier échantillon.

Afin de distinguer l'influence sur l'utilisation des acides aminés et la croissance des animaux de la teneur en cellulose brute des échantillons de celle d'autres facteurs éventuels, nous avons comparé des régimes équilibrés contenant les différents tourteaux à un régime renfermant le tourteau témoin, additionné de coques. Les consommations d'aliments et les croissances des animaux consommant les tourteaux témoin ou infesté par *Botrytis* sont élevées et voisines ; la présence de *Sclerotinia* entraine une baisse de consommation d'aliment de plus de 20 p. 100, et une diminution de croissance des animaux de plus de 30 p. 100. Les diminutions de performances liées à l'addition au tourteau témoin de 20 p. 100 de coques sont un peu plus faibles, mais du même ordre de grandeur.

L'étude des concentrations en acides aminés libres du sang et du muscle ne fait pas apparaître de différences importantes dans l'utilisation des acides aminés de différents tourteaux mais confirme l'utilisation partielle de la thréonine des différents échantillons. Nous n'avons donc pas mis en évidence d'effet du parasitisme autre que celui qui peut être imputé à la teneur en coques et par suite en cellulose brute des tourteaux obtenus. Il faut toutefois remarquer que la faible durée des expériences ne permet pas de mettre en évidence les effets d'une toxicité chronique éventuellement liée à la présence des parasites.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur P. LECLERCQ qui nous a fourni les différents échantillons de graines étudiés, les établissements BULHON (63 - LEZOUX) qui ont bien voulu assurer le décorticage des graines saines ou infestées, et les établissements LESIEUR et COTELLE qui ont assuré le dégraissage des graines décortiquées.

EMBALLAGE SOUS VIDE DES VIANDES BOVINES

C. VALIN

Station de Recherches sur la Viande

INTRODUCTION

Parmi tous les procédés envisageables de conservation des viandes, l'utilisation du froid est un de ceux qui permette de préserver les caractéristiques de la viande fraîche. Les autres techniques utilisées (appertisation, dessication, fumage, salage, saumurage et cuisson) donnent naissance à un produit déjà élaboré dont l'utilisation est pratiquement dictée par le mode de conservation mis en œuvre. Seule l'irradiation pourrait également conserver les caractéristiques de la viande fraîche mais son utilisation, peu répandue, ne semble pas devoir s'étendre dans un bref délai.

L'utilisation du froid pour conserver la viande relève de deux techniques, la réfrigération et la congèlation. Pour la première l'abaissement de la température de la viande entre 0° et + 5° ralentit le développement de la flore microbienne de contamination externe et interne et la vitesse de réaction des diverses enzymes hydrolytiques du tissu musculaire.

Dans ces conditions des viandes en carcasse se conservent une quinzaine de jours, ce temps étant réduit si le traitement s'applique à des morceaux de détail, car toutes les opérations de découpe et de désossage entrainent une augmentation de la contamination microbienne. Dans le cas de la congélation la durée de vie du produit viande est considérablement allongée, un an et demi à deux ans pour les viandes bovines en carcasse. Aux températures de congélation couramment utilisées, soit environ -20° C, la croissance des bactéries est bloquée , les enzymes hydrolytiques musculaires dont l'activité est déjà ralentie par l'abaissement de température sont partiellement inhibées ; en effet, l'eau étant en grande partie transformée en glace, il leur manque pratiquement un substrat et l'environnement ionique n'est plus forcément favorable au développement de leur activité (à - 20° C, 90 p. 100 environ de l'eau du muscle est sous forme de glace). Mais la congélation suivie de la décongélation entraine inéluctablement des altérations mécaniques de la structure du muscle dues à la formation puis à la fusion des cristaux de glace. Cette technique ne permet donc pas la stricte préservation de la structure du muscle frais.

A l'heure actuelle des modifications profondes apparaissent dans les structures de la distribution des viandes :

- abattage sur les lieux de production
- apparition de centrales de découpe au voisinage des abattoirs

Ce qui entraine la substitution progressive du transport des animaux vivants par celui des carcasses et des viandes découpées et désossées, voire des morceaux de détail. Conserver les propriétés du produits frais à un produit souvent plus fragile que la viande en carcasse, le plus longtemps possible, au plus bas coût, donc sans recourir à la congélation, apparaît de plus en plus nécessaire. A cette fin les travaux sur la réfrigération des viandes ont repris une importance considérable et il est très vite apparu que la simple réfrigération à 0° C, combinée à un mode d'emballage adéquat, permettait d'augmenter bien au delà de quinze jours la durée de conservation de la viande fraîche. C'est ainsi qu'à l'heure actuelle une part importante des exportations des viandes bovines d'Amérique du Sud vers le Royaume Uni se fait sous forme de viandes réfrigérées sous vide (PAGLIARO et al., 1972) ; or une durée de transport de 4 à 5 semaines est nécessaire pour que ces viandes arrivent sur le marché britannique.

CONSERVATION SOUS VIDE ET QUALITE DE LA VIANDE

Aspects microbiologiques :

Le conditionnement sous vide a un double effet sur l'évolution de la flore microbienne de contamination des viandes réfrigérées, comparé à la conservation en présence d'air :

- sous vide la multiplication des bactéries est ralentie
- sous vide la nature de la flore qui se développe est différente

Sur le plan quantitatif les résultats de Mlle FOURNAUD et LAURET (1972) mettent bien en évidence le phénomène (fig. 1).

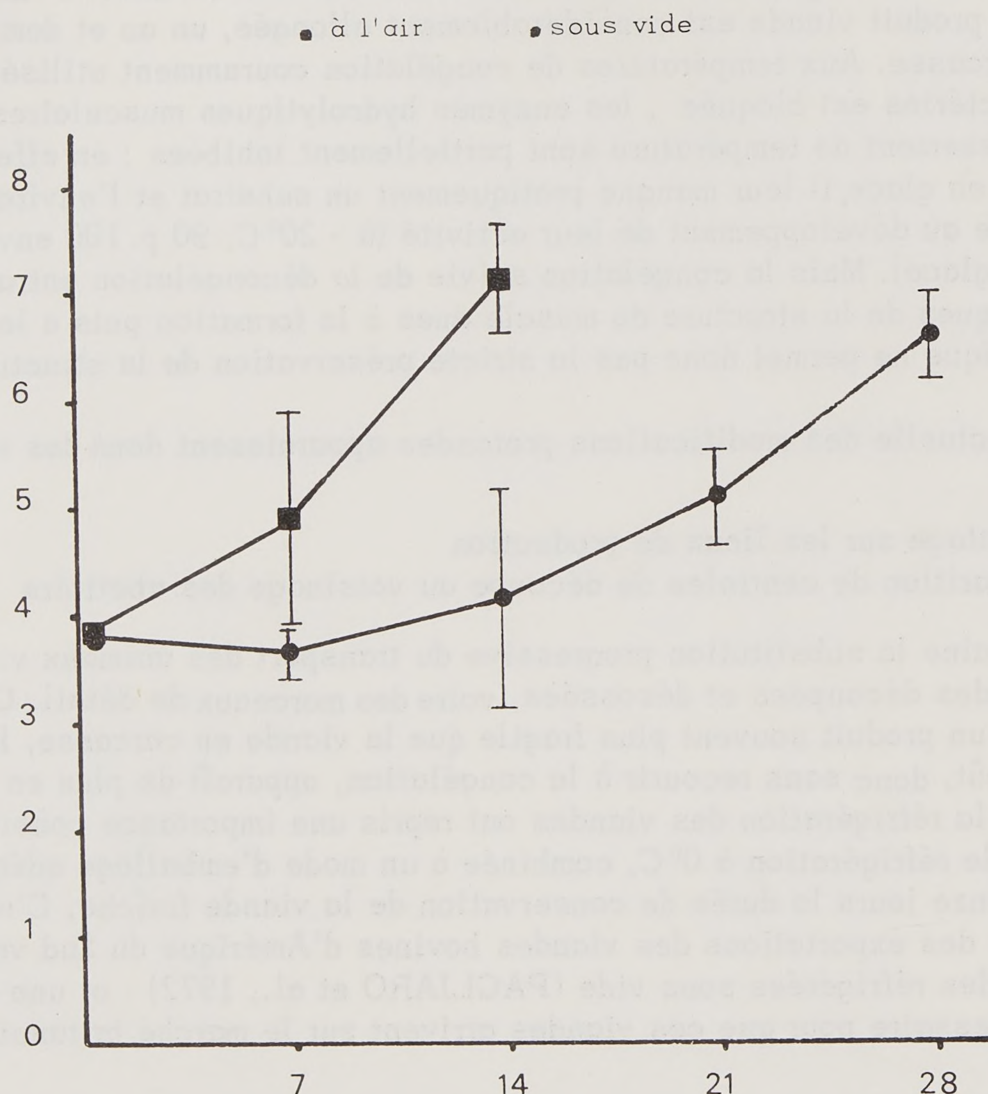
Sur le plan qualitatif, en conservation traditionnelle la flore totale, qui dépasse 10^7 bactéries/ cm^2 au 14ème jour, est constituée en majorité de Pseudomonas aérobie, bactéries putréfiantes. Sous vide, après 28 jours de stockage, la flore dominante est constituée par des bactéries lactiques, lactobacilles et leuconostocs, qui n'ont pas d'effet préjudiciable sur la viande. Au coeur des viandes les populations microbiennes qui se développent reflètent qualitativement l'évolution de celles de la surface.

Le mode de conditionnement sous vide influe également sur le nombre et les types de bactéries qui se multiplient. Différents films sont couramment utilisés pour l'emballage sous vide. Ils se distinguent en particulier par leurs propriétés de perméabilité aux gaz.

FIGURE I

EVOLUTION DU IOG_{10} DU NOMBRE DE BACTERIES VIABLES PAR CM^2 EN FONCTION DU TEMPS DE CONSERVATION A + 2° C

(FOURNAUD, LAURET 1972)

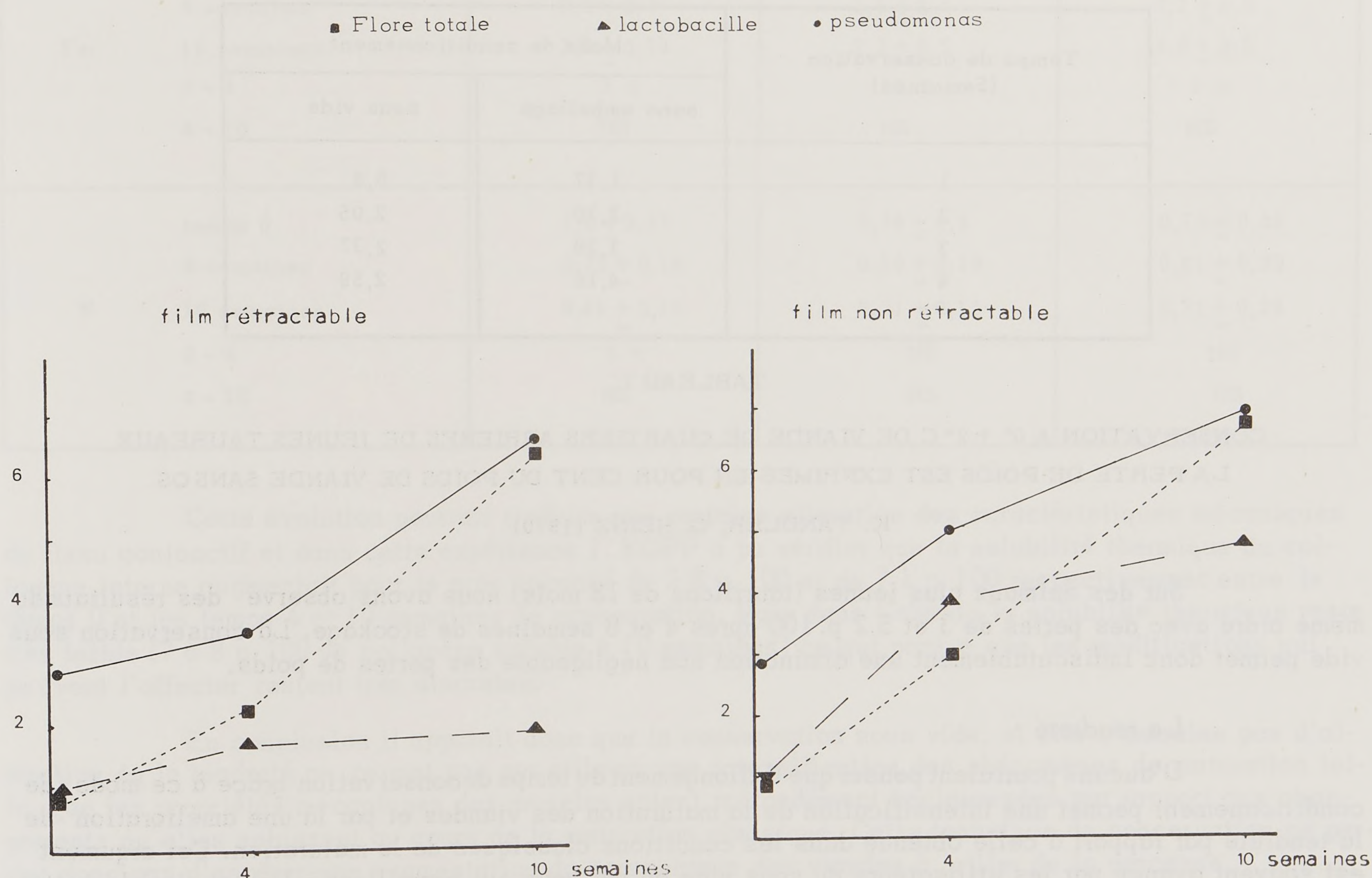


La figure 2 montre deux types d'évolution observée sur des viandes bovines conservées sous vide, sous un film rétractable très imperméable à O_2 et à CO_2, et sous un film poly nylon non rétractable plus perméable que le précédent.

FIGURE II

EVOLUTION DU IOG $_{10}$ DU NOMBRE DE BACTERIES VIABLES
PAR CM^2 EN FONCTION DU MODE D'EMBALLAGE ET DU TEMPS
DE CONSERVATION A 0°C

(FOURNAUD, SALE, VALIN, 1973)



La figure 2 indique clairement que des résultats assez différents peuvent être enregistrés avec le même mode de conditionnement. En particulier, la multiplication des pseudomonas putréfiants peut ne pas être négligeable dans certains cas, ce qui risque d'obérer les résultats de cette technique de conservation.

Aspects physiques et biochimiques

Les pertes de poids :

La recherche d'une limitation des pertes de poids en cours de conservation a certainement

constitué une des motivations majeures des chercheurs américains lorsqu'ils ont étudié la mise en œuvre des techniques de conditionnement sous vide des viandes il y a une dizaine d'années (MINKS et STRINGER, 1972). Ainsi ces auteurs rapportent une possibilité de limitation des pertes de poids allant de 1 à 9 au bénéfice du sous vide pour des conservations d'une quinzaine de jours de muscles *Longissimus dorsi* (faux filet) de bovins.

Dans les conditions européennes, les résultats de TANDLER et HEINZ (1970) concernant la conservation de viandes de quartiers arrières de bovins permettent de se faire une bonne idée de l'efficacité de l'emballage sous vide pour limiter les pertes de poids.

Temps de conservation (Semaines)	Mode de conditionnement	
	sans emballage	sous vide
1	1,37	0,8
2	2,30	2,05
3	3,39	2,37
4	4,16	2,59

TABLEAU I

CONSERVATION A 0° + 2°C DE VIANDE DE QUARTIERS ARRIERES DE JEUNES TAUREAUX

LA PERTE DE POIDS EST EXPRIMEE EN POUR CENT DU POIDS DE VIANDE SANS OS

K. TANDLER, G. HEINZ (1970)

Sur des animaux plus jeunes (taurillons de 18 mois) nous avons observé des résultats du même ordre avec des pertes de 3 et 5,2 p. 100 après 4 et 8 semaines de stockage. La conservation sous vide permet donc indiscutablement une diminution non négligeable des pertes de poids.

La tendreté :

D'aucuns pourraient penser que l'allongement du temps de conservation grâce à ce mode de conditionnement permet une intensification de la maturation des viandes et par là une amélioration de la tendreté par rapport à celle obtenue dans les conditions classiques de la maturation. Cet argument est souvent avancé par les utilisateurs du sous vide ou par ceux qui travaillent à l'extension de cette technique.

Pour de courtes durées de conservation, 7 à 15 jours, MINKS et STRINGER (1972) ont montré que le conditionnement sous vide n'améliorait pas, ni ne nuisait au déroulement de la maturation et à l'évolution de la tendreté qui caractérise cette période.

Nous avons étudié en détail ce problème pour des conservations longue durée, allant jusqu'à 10 semaines (FOURNAUD et al, 1973).

Sur le plan de la maturation la détermination du coefficient α, rapport du travail à la force de cisaillement, qui constitue un bon indice de maturation, valable pour l'ensemble des muscles de la carcasse (SALE-VALIN 1970), montre une grande stabilité du produit entre les 4è et 10ème semaine de stockage. Quant à la valeur à la 4ème semaine, de l'ordre de 0,3, elle n'est pas inférieure à celle mesurée au départ de l'expérience 0,27, valeur qui caractérise une viande maturée.

Si on considère séparément les deux éléments du rapport (tableau 2) on constate que le travail de cisaillement n'évolue pratiquement pas et que la force maxima de cisaillement tend à décroître de 20 à 30 p. 100 entre le temps 0 et 4 semaines, puis se stabilise.

TABLEAU II

EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES MECANIQUES DE MUSCLES DE BOVINS (VACHES DE REFORME) CONDITIONNES SOUS VIDE ET CONSERVES A 0º C (DANS LA GLACE FONDANTE) (FOURNAUD, SALE, VALIN, 1973)

	Muscles	Grand rond	Gros anconné	Sous épineux
Fm	temps 0	2,9 ± 0,5	2,6 ± 0,7	3,1 ± 0,7
	4 semaines	2,3 ± 0,4	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,5
	10 semaines	2,9 ± 0,34	2,3 ± 0,5	2,0 ± 0,5
	0 - 4	5 %	10 %	1 %
	4 - 10	NS	NS	NS
W	temps 0	1,0 ± 0,37	0,78 ± 0,5	0,73 ± 0,06
	4 semaines	0,72 ± 0,15	0,59 ± 0,19	0,61 ± 0,22
	10 semaines	0,81 ± 0,18	0,71 ± 0,15	0,71 ± 0,26
	0 - 4	5 %	NS	NS
	4 - 10	NS	NS	NS

Cette évolution pourrait traduire une certaine altération des caractéristiques mécaniques du tissu conjonctif et dans cette expérience J. KOPP a pu vérifier que la solubilité thermique du collagène interne augmentait pour le gros anconné de 2,8 p. 100 et de 7,1 p. 100 respectivement entre le temps 0 et les temps 4 et 10 semaines de conservation. Mais dans l'absolu la solubilité thermique reste très faible (7 à 8 p. 100 de collagène soluble à 10 semaines) ce qui prouve que les modifications qui peuvent l'affecter restent très discrètes.

En conclusion il apparait donc que la conservation sous vide, si elle n'entraine pas d'altération de la tendreté, ne permet pas par ailleurs une intensification des phénomènes de maturation telle que les propriétés mécaniques des muscles soient profondément bouleversées par rapport aux changements qu'elles subissent au cours de la maturation classique. Cette technique de conservation ne permet donc pas d'espérer une augmentation du pourcentage des viandes à griller de la carcasse.

La couleur :

La couleur de la viande est due à un pigment : la myoglobine, chromo-protéine qui peut exister dans le muscle sous trois formes :

la myoglobine réduite rouge sombre
l'oxymyoglobine rouge vif
la metmyoglobine brun marron

L'altération de la couleur est provoquée par l'oxydation de ce pigment et l'accumulation de la forme metmyoglobine. Conserver la couleur, est faire en sorte que l'apparition de metmyoglobine se fasse le plus tard possible.

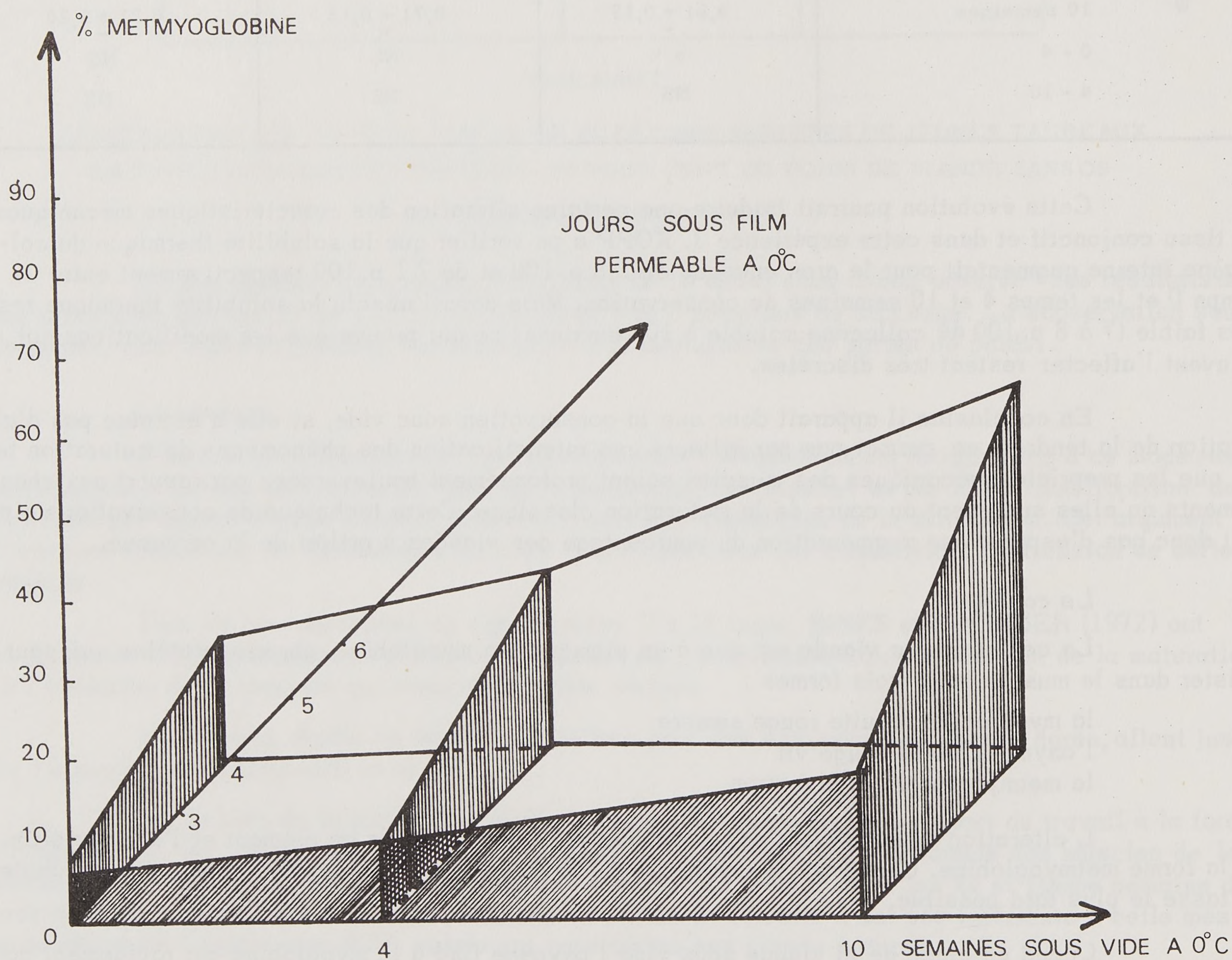
Quand on place de la viande sous vide l'oxygène fixé à la myoglobine est rapidement consommé par la respiration du tissu musculaire et le pigment passe sous forme réduite rouge sombre, couleur peu attrayante qui, jusqu'à présent, a empêché que l'on présente à la vente au détail la viande sous ce type d'emballage. En faisant le vide on diminue la tension d'O_2 dans le sac et pour une tension

d'O2 d'environ 5 à 10 mmHg il se forme une fine pellicule de metmyoglobine en surface de la viande. Au cours du stockage, pour des raisons encore mal élucidées, cette pellicule de pigment oxydé peut soit rester stable, et lors de l'ouverture des sacs l'oxygénation de la viande est très rapide, soit se développer sur plusieurs millimètres d'épaisseur et lors du déballage nécessiter un parage important. Dans la pratique c'est ce qui se produit après 3 à 4 semaines de conservation et cela constitue un frein à l'extension de cette technique. Un des buts que nous avons poursuivi dans nos expérimentations a été la recherche des limites de conservation réalisables avec ce mode de conditionnement.

La figure 3 résume les résultats obtenus sur muscles de vaches de réforme.

FIGURE III

EVOLUTION DE LA TENEUR EN METMYOGLOBINE AU COURS DU STOCKAGE SOUS VIDE SUIVI D'UN CONDITIONNEMENT EN BARQUETTE SOUS FILM PERMEABLE DE VIANDE DE BOVIN (FOURNAUD, SALE, VALIN 1973)



Ces résultats indiquent clairement qu'une conservation de 10 semaines sous vide est tout à fait possible. Pour qu'une viande ait une couleur acceptable il ne faut pas que le pourcentage de metmyoglobine en surface, déterminé par une méthode spectroréflectométrique, dépasse 40 p. 100. Mais le sous vide n'est pas une fin en soi, il faut pouvoir ensuite conditionner la viande sous film perméable afin qu'elle se réoxygènise et que cet état soit stable. La figure 3 montre qu'après 4 semaines sous vide à 0° C, la viande placée sous film perméable à O_2 garde une excellente couleur pendant au moins 4 jours, ce temps est réduit à 1 à 2 jours après 10 semaines sous vide.

La pratique industrielle est donc loin d'exploiter le potentiel de conservation des viandes qu'elle traite. En fait cette technique est susceptible d'assurer des conservations qui nécessitaient jusqu'à présent le recours à la congélation.

De nombreux travaux ont été consacrés à la recherche des causes de l'extension de la couche de metmyoglobine dans l'emballage sous vide, et ces recherches sont loin d'être achevées. Mais d'ores et déjà on peut noter que ce mode de conditionnement peut permettre d'obtenir de bons résultats. Pour cela il est nécessaire :

- que la température de stockage soit strictement contrôlée à 0° C
- que la charge microbienne au départ soit la plus faible possible (WATTS 1954, FOURNAUD et LAURET en préparation). Ceci implique une excellente hygiène lors du découpage et de l'emballage des viandes mais aussi que cette technique soit mise en œuvre rapidement après l'abattage (1 à 2 jours post mortem) (POGLIARO et al 1972).
- que la pression résiduelle dans les sacs soit très faible ($\leqslant$ 10 mm Hg) et que les films utilisés soient très imperméables afin de limiter le développement des bactéries putréfiantes.
- que le pH des viandes traitées soit normal ; pour des pH supérieurs ou égaux à 6, viandes d'animaux fatigués ou sensibles au stress, le temps de conservation est très réduit et, outre le développement de mauvaises odeurs, il apparait des verdissements dus à l'action de certaines bactéries (FOURNAUD, SALE, VALIN en préparation).

De plus il ne faut pas ignorer que tous les muscles d'une carcasse ne présentent pas la même stabilité en conservation sous vide (HOOD 1971). Certains muscles sont très stables, tel le long dorsal qui est plus résistant que les muscles que nous avons utilisés dans nos travaux, d'autres sont plus fragiles comme les fessiers. Mais pour ces derniers, en tenant compte des remarques précédentes, il est tout à fait possible d'obtenir des temps de conservation supérieurs à un mois.

PRATIQUE ACTUELLE ET PERSPECTIVES D'AVENIR

La conservation sous vide apparait un peu comme une technique à la recherche d'un marché. Ce procédé n'a atteint en France une place notable sur le marché que depuis 3 ans. SIMOUNET (1972) estimait qu'à cette époque le tonnage de viande bovine ainsi traité ne dépassait pas cinq cent tonnes par semaine soit 2 p. 100 de la production hebdomadaire de viande de bœuf.

En fait, actuellement, les circuits de distribution ne sont pas adaptés à une utilisation intensive de ce procédé qui a sa place dans une structure où une part importante du travail des viandes est effectué au niveau des centrales de découpes alors que sur les points de vente au détail ne subsistent qu'un piéçage et un conditionnement qui ne nécessitent pas une main d'œuvre spécialisée. On rencontre d'ores et déjà ces structures aux Etats-Unis (LSA 1972).

Dans le contexte français le procédé du sous vide s'applique essentiellement selon SIMOUNET (1972) pour :

- le réapprovisionnement en certains morceaux des grandes surfaces et des bouchers traditionnels,
- les collectivités,
- des marchés marginaux tels que bouchers des stations touristiques, centres de foire et de rencontres.

Cependant certaines chaines de distribution, qui contrôlent leur circuit viande depuis l'abattoir jusqu'à la grande surface, ont pu introduire cette technique pour l'approvisionnement de leurs divers points de vente (L.S.A. 1973).

Si l'inadéquation des structures de distribution constitue un frein majeur au développement du sous vide, il ne faut pas non plus sous estimer les limites techniques du procédé, du moins tel qu'il est mis en œuvre dans notre pays. L'inadaptation des chaines de froid, la méconnaissance des contraintes liées à la nature du matériau traité, entrainent des résultats souvent médiocres.

Sur le plan des coûts cette technique n'est pas très onéreuse du moins à l'échelle industrielle. SIMOUNET (1972) estime qu'elle entraîne une charge d'environ 0,70 F/kg de viande pour des installations qui traitent une trentaine de tonnes par semaine. Pour des quantités supérieures le coût s'abaisse surtout si on tient compte des économies que le procédé permet de réaliser. Ainsi pour une chaine de distribution qui contrôle abattage et centrale de découpe et dont l'activité viande représentait un chiffre d'affaire de 105 MF en 1973 (L.S.A. 1973), un coût de frais généraux de 0,40 F/kg de viande est obtenu, coût qui est en fait ramené à 0,27 F grâce à une meilleure valorisation des sous produits, os, suif et aponévroses.

Dans l'avenir des progrès peuvent légitimement être attendus dans la mise en œuvre de ce procédé. Ces progrès tiendront à l'amélioration des films d'emballage aussi bien qu'à celui des moyens de mise sous vide et de conservation à 0° C (containerisation).

L'allongement du temps de conservation à 8-10 semaines et plus ne présente pas nécessairement d'intérêt surtout dans le contexte français, mais la mise en œuvre des conditions optimales d'emballage permet pour des conservations plus courtes, 3 à 5 semaines, de limiter, voire d'annuler toutes pertes par parage ce qui augmente considérablement la rentabilité de cette technique.

Par ailleurs l'industrialisation progressive de la chaine viande fraîche bovine conduira tôt ou tard à la mise en œuvre de moyens automatiques de désossage. Cette technique nécessite d'être appliquée sur les carcasses chaudes. Or jusqu'à présent une telle pratique altère considérablement la tendreté des viandes. Un emballage sous vide sitôt après désossage pour limiter la prolifération microbienne ainsi que la définition des conditions thermiques optimales d'installation de la rigor mortis peuvent lever ce frein. Des travaux préliminaires réalisés en Nouvelle Zélande (SCHMIDT et GILBERT 1970, Mc LEOD et al 1973) ont conduit à des résultats très encourageants.

CONCLUSION

La recherche du développement des techniques de conservation des viandes à l'état frais a déjà apporté des résultats très probants. Des efforts doivent être faits pour une meilleure utilisation, au niveau de la pratique, des résultats déjà acquis. Par ailleurs, il est vraisemblable que des progrès seront encore réalisés qui permettront d'étendre cette technique à d'autres produits que la viande en l'état et, en particulier, aux produits hachés dont l'extrême fragilité nécessite, pour une grande diffusion, le recours à la congélation.

Un point enfin mérite d'être souligné. L'extension de ces techniques marque peut-être une date importante dans la technologie de la viande car leur mise en œuvre sur une grande échelle nécessite une évolution considérable de la technicité des agents qui en seront responsables. Ceci pourrait contribuer à faire diminuer le fossé qui sépare souvent les milieux de la viande d'autres secteurs de l'industrie alimentaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FOURNAUD J., LAURET R. (1972)-Evolution comparée des microorganismes de la viande de bœuf conservée selon le mode traditionnel et sous emballage cryovac.

FOURNAUD J., SALE P., VALIN C., 1973.Conservation de la viande bovine sous emballage plastique, sous vide ou en atmosphères contrôlées. Aspects biochimiques et microbiologiques. XIXème Réunion des Chercheurs en Viande - Paris, Tome 1, p. 287-315

HOOD D.E., 1971. Factors affecting the accumulation of metmyoglobine in prepackaged beef. XVIII th European Meeting of meat research Workers - Bristol-p. 677-684

Mc LEOD R., GILBERT K.V., WYBORN R., WENHAM L.M., DAVEY C.L., LOCKER R.H., 1963.Hot cutting of Lambs and mutton - J. Fd Technol. 8 - p. 71-76

Libre Service Actualité (1972) le système viande américain, n° 423 p. 47-82

Libre Service Actualité (1973) Approvisionnement en carcasse ou en muscle sous vide n° 461 - p. 44-50

MINKS D., STRINGER W.C., 1972.The influence of aging beef in vacuum. J. Food Sci., 37, p. 736-738

PAGLIARO A.F., DAGATTI A.R., D'ALESSANDRIA A.V.H., 1972 - Meat chilling, why and how. MRI Symposium p. 91-9. 11 - Edited by C.L. Cutting

SALE P., VALIN C., 1970.Problèmes posés par la détermination des modifications de la structure du muscle au cours de la maturation. XVI th European meeting of meat research workers, VARNA, Tome 1.

SCHMIDT G.R., GILBERT K.V., 1970. The effect of muscle excision before the onset of rigor mortis on the palatability of beef. J. Fd Technol., 5, 332-338

SIMOUNET, 1972. Coûts comparés de trois procédés de conditionnement sous vide des muscles - publication interne Laboratoire de Recherches Economiques sur les I.A.A. CERDIA

TANDLER K., HEINZ G., 1970. Frisch Fleisch Reifung im Vakuumbeutel - Fleischwirtschaft 50 (g) 1185-1190

WATTS B., 1954. Adv. in Fd Res., 5-1.

PREVENTION DE L'UROLITHIASE OVINE
PAR LE CHLORURE D'AMMONIUM *

M. THERIEZ, G. MOLENAT (1) et J.P. BARLET (2)

(1) Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants
(2) Station de Physiopathologie de la Nutrition

L'urolithiase ovine, qui sévit principalement chez les animaux soumis à un régime alimentaire intensif, est caractérisée par la présence d'un sédiment minéral cristallisé dont les éléments, constitués essentiellement par des phosphates de magnésium ou de calcium (calculs), sont localisés dans les tubes rénaux, les bassinets, la vessie et l'urètre. Chez les mâles, la présence de ce sédiment dans l'urètre peut conduire à l'obstruction de celui-ci, ce qui provoque finalement la distension et la rupture de la vessie et la mort de l'animal (JEAN-BLAIN et al., 1968). L'étiologie de ces troubles est inconnue. Il semble cependant que dans certains cas une teneur élevée en phosphore de la ration avec un rapport Ca/P voisin de 1 favorise l'apparition de l'urolithiase. Selon certains travaux, le sorgho aurait un effet calculogénique plus important que celui du maïs ou des autres céréales (UDALL et CHEN CHOW, 1969). Les essais de prophylaxie de l'utolithiase, basés sur l'addition d'un sel de sodium, calcium, potassium ou ammonium à la ration ont donné des résultats variables selon les auteurs (FIELD, 1969 ; UDALL et CHEN CHOW, 1969). Il semble cependant que le chlorure d'ammonium soit le plus efficace (CROOKSHANK, 1966, 1970). C'est pourquoi nous avons entrepris un nouvel essai pour confirmer le rôle du chlorure d'ammonium et déterminer son mode d'action

Nous avons utilisé dans ce but 66 agneaux mâles, de races diverses, pour mettre en évidence des différences génétiques de sensibilité à l'urolithiase.

Ces animaux ont reçu du sevrage à l'abattage (à 35 kg vif ou à l'apparition des troubles) des rations composées de foin de pré offert en quantité limitée et d'aliments concentrés. Ceux-ci étaient composés de 70 p. 100 de céréales (sorgho ou maïs), de tourteau d'arachide (20 p. 100), de luzerne déshydratée (9 p. 100) et d'un condiment minéral riche en calcium.

Nous avions ainsi réuni les conditions favorables à l'apparition de la lithiase en utilisant du sorgho et en abaissant le rapport Ca/P à 1,2. Les agneaux des lots témoins recevaient ces rations alors que les animaux des lots expérimentaux disposaient du même foin et d'un aliment concentré dans lequel nous avions ajouté 1 p. 100 de chlorure d'ammonium en remplacement de la luzerne déshydratée.

Lors du premier essai qui portait sur 3 lots de 12 agneaux chacun, nous avons offert à un premier lot témoin (lot A) l'aliment concentré à base de maïs et à un second lot (lot B) le même aliment mais à base de sorgho. Le lot expérimental (lot C) recevait un aliment contenant du sorgho mais supplémenté en $Cl\ NH_4$.

Compte tenu des premiers résultats, nous avons répété l'expérience sur 2 lots de 15 animaux [un témoin (lot D) et un lot expérimental (lot E)] en utilisant du maïs dans les aliments concentrés.

* *Les effets du chlorure d'ammonium sur le métabolisme phospho-calcique de l'agneau ont été analysés d'une manière plus approfondie dans un mémoire intitulé « L'urolithiase ovine : Etude de l'influence d'un phosphonate de sodium et du chlorure d'ammonium sur les performances zootechniques et le métabolisme phospho-calcique de l'agneau soumis à une alimentation à base de céréales » (Annales Biologie Animale, Biochimie, Biophysique, 1973, vol. 13, p. 627-641)*

Outre les mesures de consommation et de vitesse de croissance des agneaux, nous avons déterminé le bilan minéral de 4 animaux par régime (essai 1) et comparé (au cours des deux essais) l'évolution des teneurs sanguines en phosphore (P^{--}), calcium (Ca^{++}) et magnésium (Mg^{++}) ainsi que celle du pH urinaire.

RESULTATS

Fréquence des cas de lithiase

Le nombre de cas de lithiase apparus lors de l'expérience I dans les lots A (6 cas) et B (5 cas) n'est pas significativement différent. Par contre la fréquence des cas de lithiase (animaux abattus ou morts en cours d'expérience et agneaux présentant des calculs dans la vessie lors de l'abattage) est significativement plus élevée ($P < 0{,}05$) dans ces lots que dans le lot C (sorgho + Cl NH4) dans lequel aucun agneau n'a présenté de troubles.

Lors du 2e essai, nous n'avons observé aucun symptôme clinique et aucun animal ne présentait de calculs dans la vessie lors de l'abattage.

Quantités d'aliments ingérées et croissance des agneaux

Les principaux résultats sont reportés dans le tableau 1.

Lors du 1er essai, 11 agneaux ayant été atteints de lithiase dans les lots A et B, nous les avons abattus dès l'apparition des symptômes. Cependant il n'a pas été possible de préciser la durée de la période de formation, période au cours de laquelle les animaux ont pu avoir un comportement anormal. C'est pourquoi nous ne pouvons pas comparer valablement les quantités d'aliments ingérées par les animaux en fonction du régime.

TABLEAU I

QUANTITES D'ALIMENTS INGEREES ET VITESSE DE CROISSANCE DES AGNEAUX

		Aliments	Aliment concentré (kg/ agneau/ j)	Foin (kg/ agneau/ j)	Gain quotidien (g/ agneau/ j)	Indice de consommation (kg de MS/ agneau/ j)
			EXPERIENCE I			
LOTS	A	Maïs témoin	0,86	0,23	208	
	B	Sorgho témoin	0,88	0,25	234	
	C	Sorgho + Cl NH4	0,98	0,31	231	
			EXPERIENCE II			
	D	Maïs	1,069	0,159	185 ± 67	6,32
	E	Maïs + Cl NH4	1,129	0,147	247 ± 62 *	5,02

Signification satistique * $F < 0{,}05$

Comparaison par rapport aux valeurs obtenues chez les animaux du lot E.

De même les cas de lithiase étant apparus sur des animaux de types génétiques différents, les croissances des agneaux indemnes (tableau 1) ne peuvent être comparées d'un lot à l'autre car ceux-ci ne sont plus homogènes au point de vue race.

Les agneaux atteints de lithiase ont eu des croissances très variables au cours des 15 derniers jours avant l'abattage, 317 g/j pour les animaux du lot maïs, 86 g/j pour ceux du lot sorgho avec des écarts individuels importants de - 80 g/j à + 425 g/j. Il n'est donc pas possible d'utiliser la variation de poids d'un animal entre 2 pesées comme critère d'abattage avant l'apparition des symptômes cliniques.

Au contraire, aucun animal n'ayant présenté de symptôme de lithiase au cours du second essai, il est possible de comparer les consommations et les croissances des animaux des différents lots. L'addition de chlorure d'ammonium n'a pas entraîné de réduction des quantités d'aliment ingérées, au contraire, elle a permis d'améliorer significativement la croissance des animaux ($P < 0,05$) et, par là, de réduire leur indice de consommation.

Influence de la lithiase sur le métabolisme phosphocalcique

Nous avons observé 7 cas de lithiase au cours des mesures de bilan. Les animaux qui étaient atteints excrétaient significativement plus de phosphore urinaire que les témoins (228 mg/j contre 48 - $P < 0,001$), mais leur excrétion urinaire quotidienne de calcium ou de magnésium était du même ordre que celle des témoins. Nous avons également observé à l'abattage des taux de P^{--}, Ca^{++} et Mg^{++} rénaux significativement plus élevés chez ces agneaux.

Influence du chlorure d'ammonium

Les animaux qui recevaient du chlorure d'ammonium dans leur ration émettaient une quantité d'urine significativement supérieure à celle émise par les témoins (1237 ml/j contre 867, $P < 0,05$) et dont le pH était inférieur. L'acidification de l'urine était rapide (pH de 7,95 le 1er jour ; 7,1 le 7e jour et 6,9 le 35e jour). La quantité de Ca^{++} urinaire excrété quotidiennement était significativement plus élevée et celle de P^{--} significativement plus faible que chez les témoins (respectivement 54,3 contre 23,5 mg de Ca /agneau/j et 12,4 contre 48,3 mg de P/ agneau/jour - $P < 0,01$). Le chlorure d'ammonium n'a pas eu d'effet sur l'excrétion urinaire de magnésium. Il a diminué l'excrétion fécale de calcium et augmenté la rétention calcique (respectivement 1,64 contre 2,75 / g/agneau/jour, $P < 0,05$ et 3,41 contre 1,80 g/agneau/jour, $P < 0,05$). Enfin, le Cl NH4 diminue significativement ($P < 0,05$) la teneur du rein en phosphore : 14,8 mg/g de tissu sec dégraissé contre 7,1 (essai 1) et 6,1 contre 4,1 (essai 2).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Interprétation des résultats

Chez l'agneau recevant une ration à base de sorgho, le Cl NH4 a un effet préventif significatif à l'égard de l'urolithiase. L'addition de Cl NH4 à la ration augmente légèrement, et de façon non significative, la consommation d'eau par les agneaux. Par contre son effet diurétique est significatif. De plus il abaisse de façon significative le pH de l'urine et l'excrétion fécale du calcium.

L'effet préventif observé pourrait donc résulter d'une meilleure absorption calcique intestinale, associée à un abaissement du pH urinaire et à une augmentation du volume de l'urine émise. Les deux premiers facteurs inhiberaient la formation des calculs en réduisant la précipitation des phosphates, alors que l'accroissement de la diurèse favoriserait l'élimination des cristaux évitant ainsi l'obstruction de l'urètre.

Comme dans la 2e expérience, où nous n'avons observé aucun cas clinique d'urolithiase, et où aucun calcul n'a pu être décelé à l'abattage, le Cl NH4 améliore significativement la croissance des agneaux et réduit leur indice de consommation. On peut alors penser que les agneaux ne recevant aucun traitement sont atteints d'urolithiase à un niveau sub-clinique qui, sans entraîner la formation de calculs visibles

lors de l'abattage, a cependant modifié significativement leur vitesse de croissance. La diminution de la teneur en calcium des reins des animaux traités semble confirmer cette hypothèse. Nous avons en effet observé une corrélation hautement significative ($r = -0,92$) entre le gain quotidien moyen au cours de l'essai et la teneur en Ca du rein lors de l'abattage.

Conséquences pratiques

Si les deux essais nous ont permis de mettre en évidence le rôle important du rapport phosphocalcique dans l'apparition de l'urolithiase, ils ne nous ont pas permis, par contre, de conclure à un effet spécifique du sorgho. Nous avons en effet observé le même nombre de cas dans les deux lots témoins recevant du maïs et du sorgho lors du premier essai et les animaux témoins du second essai, qui recevaient du maïs dans leur ration, ont eu des vitesse de croissance inférieures à celles des animaux traités.

La réduction de la vitesse de croissance chez ces animaux par rapport aux agneaux traités doit également être soulignée car ses conséquences économiques possibles peuvent être aussi importantes que celles de l'apparition des cas cliniques.

A la suite de ces résultats il paraît souhaitable d'envisager l'incorporation systématique de Cl NH4 aux aliments concentrés pour agneaux (incorporation à la dose de 1 p. 100 du poids sec). Ce sel non toxique possède un effet favorable sur la croissance et l'indice de consommation des animaux, même en l'absence de cas cliniques. Il apporte en outre une quantité d'azote non négligeable puisque 1 p. 100 de Cl NH4 correspond à 1,6 p. 100 de N × 6,25 dans le régime. Cet apport supplémentaire d'azote pourrait également expliquer, en partie tout au moins, la meilleure vitesse de croissance des animaux supplémentés et on doit en tenir compte dans la détermination du coût de la supplémentation.

Malgré la diversité des races utilisées nous n'avons pas pu mettre en évidence des différences de sensibilité d'une race à l'autre puisque les différents cas sont apparus au hasard dans les deux lots témoins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CROOKSHANK H.R., 1966. Effect of sodium or potassium on ovine urinary calculi. J. Anim. Sci., 25, 1005-1009

CROOKSHANK H.R., 1970. Effect of ammonium salts on the production of ovine urinary calculi. J. Anim. Sci. 30, 1002 - 1004

FIELD A.C., 1969. Urinary calculi in ruminants. Proc. Nutr. Soc. 28, 198-202

JEAN-BLAIN M., JEAN-BLAIN A., JEAN-BLAIN C., 1968. La sédimentose, un aspect de la lithiase urinaire des animaux de l'espèce ovine. Revue Med. Vet. 31, 623-651

UDALL R.H., CHEN CHOW F.H., 1969. The etiology and control of urolithiasis. Adv. Vet. Sci. Comp. Med. 13, 29-56

6ème SYMPOSIUM SUR LE METABOLISME ENERGETIQUE
STUTTGART, 10-14 Septembre 1973

Trois communications ont été présentées par des chercheurs du C.R.Z.V. de Theix :

- **M. VERMOREL, J.C. BOUVIER, et C. DEMARQUILLY** : INFLUENCE DU MODE DE CONDITIONNEMENT DES FOURRAGES DESHYDRATES SUR LEUR VALEUR ENERGETIQUE NETTE POUR LE MOUTON EN CROISSANCE

12 moutons castrés, de race Texel, âgés de 9 mois en début d'expérience et de 15 mois à la fin, ont été répartis en 6 couples. Ils ont reçu 2 fourrages deshydratés (une fétuque élevée, premier cycle, au stade début d'épiaison et une luzerne premier cycle, au stade floraison) présentés sous forme hâchée, compactée ou condensée et distribués à 3 niveaux d'alimentation : entretien, *ad libitum* et, dans le cas du fourrage condensé, *ad libitum* moins 10 p. 100. Les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus sur des périodes de 4 jours avec 3 couples de moutons par traitement, au moyen de 2 chambres respiratoires du type circuit ouvert.

Le conditionnement des fourrages a entraîné une augmentation de la consommation de matière sèche (fétuque condensée : + 20 p. 100, luzerne compactée et condensée, respectivement + 30 et + 40 p. 100) et une diminution de la digestibilité de l'énergie, plus importante pour la fétuque élevée (2 à 8 points) que pour la luzerne (2 points). La digestibilité de l'azote a diminué (2 à 5 points) avec l'augmentation des quantités ingérées mais n'a pas été significativement réduite par le conditionnement.

Le rendement de l'énergie métabolisable et l'énergie nette pour la croissance sont plus élevés dans le cas des fourrages conditionnés. Dans le cas de la fétuque l'énergie nette pour l'ensemble entretien plus croissance est comparable pour les formes hâchée, compactée et condensée ; la réduction de l'énergie métabolisable est compensée par une augmentation du rendement de l'énergie métabolisable mais la quantité d'énergie fixée est augmentée de 50 p. 100 avec la fétuque condensée. Dans le cas de la luzerne, la présentation sous forme compactée ou condensée augmente le rendement de l'énergie métabolisable et l'énergie nette (+ 6 et + 10 p. 100), la quantité d'énergie fixée (+ 150 et + 200 p. 100) et la quantité de protéines fixées (+ 50 et + 80 p. 100).

- **M. VERMOREL, J.C. BOUVIER, P. THIVEND et R. TOULLEC** : UTILISATION ENERGETIQUE DES ALIMENTS D'ALLAITEMENT PAR LE VEAU PRERUMINANT A L'ENGRAIS A DIFFERENTS POIDS.

Des veaux préruminants mâles de race Normande ont reçu des régimes dans lesquels 32 ou 55 p. 100 des matières grasses et 55 ou 64 p. 100 du lactosérum étaient remplacés par des produits amylacés (15 à 28 p. 100).

Les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus avec 4 ou 5 animaux par groupe aux poids de 88-145-185 et 240 kg au moyen de 2 chambres respiratoires du type circuit ouvert. Le remplacement d'une partie des matières grasses ou du lactosérum par des produits amylacés a entraîné une réduction de la digestibilité de l'énergie (0,8 à 4 points) et de l'azote (2,0 à 4,7 points). La digestibilité des produits amylacés était d'environ 80 p. 100 pour une concentration de 27 p. 100 dans le régime.

Il n'y avait pas de différence significative dans l'utilisation de l'énergie métabolisable en fonction du poids des veaux et de la composition du régime. L'énergie métabolisable des produits terminaux de la digestion des produits amylacés est aussi bien utilisée que celle des produits terminaux de la digestion des matières grasses et du lactosérum. Le rendement de l'énergie métabolisable pour la croissance est 69,4 p. 100 et le besoin d'entretien 96 Kcal EM/kg $P^{0,75}$. Les quantités de protéines

(250 à 330 g/j) et de lipides (240 à 535 g/j) sont élevées. Le remplacement d'une partie des matières grasses du régime par des produits amylacés entraîne, chez les veaux lourds, une augmentation de la vitesse de croissance et de la quantité de protéines fixées, une diminution de la quantité de lipides fixés et permet la production d'animaux d'un poids supérieur.

- **Y. GEAY, J. ROBELIN et R. JARRIGE** : VARIATIONS DES QUANTITES D'ENERGIE, DE PROTEINES ET DE LIPIDES FIXEES DANS LA CARCASSE PAR LES JEUNES TAUREAUX A L'ENGRAIS

Au cours d'expériences d'alimentation de jeunes taureaux à l'engrais, 40 animaux ont été abattus à la fin de la période d'engraissement à un âge moyen de 16 mois et comparés à 27 animaux homologues qui avaient été abattus au début de la période à un âge moyen de 9 mois. La demi-carcasse droite a été disséquée. On a séparé les muscles, les os et les différents dépôts gras et dosé les teneurs en eau, lipides, cendres et énergie de chacun de ces groupes de constituants. Les animaux ont reçu à volonté une ration condensée comportant 68 p. 100 de céréales.

Les résultats mettent en évidence des variations individuelles considérables ainsi qu'un certain nombre de différences entre races au niveau du gain journalier des différents constituants de la carcasse, de la composition du gain de carcasse et de sa valeur calorifique; elles se manifestent également au niveau de la quantité d'énergie ingérée journellement, et de la proportion de l'énergie métabolisable disponible pour la croissance qui est fixée dans la carcasse, notamment sous forme de protéines. C'est ainsi que pour un même gain de poids vif vide, les frisons fixent dans leur carcasse des quantités plus élevées de gras, de lipides et d'énergie et des quantités plus faibles de muscles et de protéines. Les quantités d'énergie ingérées par les Salers et surtout les Frisons sont beaucoup plus variables et plus importantes que celles ingérées par les Charolais et les Limousins. Le «rendement utile» de l'énergie ingérée en énergie fixée dans la carcasse est bien meilleur chez les Charolais et les Limousins que chez les Salers et surtout les Frisons.

24ème REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECHNIE

VIENNE (Autriche) 23 - 27 Septembre 1973

Dans le cadre des commissions de la production bovine et de l'alimentation des animaux domestiques C. DEMARQUILLY et J. ANDRIEU ont présenté un rapport de synthèse sur **" la valeur nutritive et l'utilisation par les bovins de la plante entière de maïs sur pied ensilée ou déshydratée "** - le résumé de cette communication figure ci-dessous :

La composition morphologique de la plante de maïs évolue jusqu'au stade vitreux du grain (35 % de matière sèche dans la plante entière), le grain représentant à ce stade 40 à 50 % de la matière sèche. La composition chimique évolue relativement peu après la floraison sauf en ce qui concerne les teneurs en amidon et en glucides solubles; quel que soit le stade de maturité, la plante de maïs est pauvre en azote, en minéraux et en oligo éléments. Pour un maïs donné, la digestibilité et l'ingestibilité (quantité volontairement ingérée) n'évoluent pratiquement pas après la floraison; elles ont été en moyenne de 71,5 $\pm$ 2,2 % et 52,5 $\pm$ 7,2 g de matière sèche par kg $P^{0,75}$ pour les 20 maïs sur pied que nous avons étudiés. Les variations de digestibilité entre maïs, ou pour un maïs donné suivant les conditions de milieu (lieu, date de semis, année, fumure....etc), sont faibles et peuvent être reliées au pourcentage d'épis dans la plante. Les variations de l'ingestibilité sont nettement plus importantes et leurs causes sont mal connues. Pour une utilisation en vert du maïs, le seul critère dont on doit tenir compte est la quantité de matière sèche récoltée à l'hectare puisque la valeur alimentaire est pratiquement indépendante du stade. La quantité récoltée à l'hectare est maximum au stade vitreux du grain.

Le maïs se conserve très bien sous forme d'ensilage et les caractéristiques fermentaires des ensilages de maïs sont en général excellentes. Aussi l'ensilage entraîne-t-il une diminution de digestibilité nulle et une diminution d'ingestibilité faible (environ 5 p. cent entre la plante sur pied et la plante ensilée. Comme pour la plante sur pied la digestibilité est pratiquement indépendante du stade de récolte et il semble en être de même de la valeur énergétique pour la production de lait ou de viande. La digestibilité a été en moyenne de 70,5 $\pm$ 2,3 % pour les 29 ensilages de maïs sans urée que nous avons étudiés, valeur qui est très voisine de celle obtenue par les autres auteurs. En général, la digestibilité est augmentée légèrement par l'addition d'urée. Quand la teneur en matières azotées de l'ensilage est inférieure à 8,5 %, elle constitue un facteur limitant de la digestion dans le rumen.

La quantité de matière ingérée par les moutons a été en moyenne de 53,1 $\pm$ 7,5 g/kg $P^{0,75}$ pour les 53 ensilages avec ou sans urée étudiés. Elle a augmenté en même temps que la teneur en matières azotées totales jusqu'à ce que celle-ci atteigne 9 - 10 %. En revanche elle a été indépendante de la teneur en matière sèche et donc du stade de récolte de l'ensilage. La quantité de matière sèche d'ensilage de maïs ingérée par les bovins augmente cependant généralement avec la teneur en matière sèche jusqu'à ce que celle-ci atteigne 35 % environ. On peut admettre qu'une vache laitière de 600 kg ingère en moyenne 10,5, 12,0 et 14,7 kg de matière sèche d'ensilage à 20, 28 et 35 %. La quantité ingérée par les bovins dépend en outre de l'apport ou non de foin et surtout de la quantité d'aliment

concentré distribuée. Pour un un ensilage à 35 % ou plus de matière sèche, la quantité d'ensilage ingérée diminue de 0,8 à 0,9 kg de matière sèche par kg d'aliment concentré distribué. L'apport énergétique de la ration change donc peu lorsque la quantité d'aliment concentré augmente. Avec les ensilages riches en matière sèche, cela permet de ne complémenter les vaches en énergie que si leur production est supérieure à 18 kg de lait par jour. De même pour les taurillons, une complémentation énergétique (céréales + tourteaux) comprise entre 0,3 et 0,5 kg pour 100 kg de poids vif est suffisante pour obtenir des croissances journalières supérieures à 1 100 g.

La complémentation azotée des ensilages de maïs peut être assurée en partie par l'urée. Employée à la dose de 3, 4 et 5 kg par tonne d'ensilage à 25, 30 et 35 % de matière sèche, l'urée n'a aucun effet dépressif sur les performances animales par comparaison au tourteau, notamment si le reste des apports azotés est réalisé avec des tourteaux dont l'azote n'est pas trop rapidement dégradé dans le rumen.

La plante de maïs déshydratée et conditionnée est moins digestible mais ingérée en plus grande quantité que la plante sur pied ou ensilée correspondante. Sa valeur énergétique pour l'engraissement semble diminuer au fur et à mesure que sa proportion dans la ration augmente; variable et comprise entre 0,9 et 1,1 UF/kg de matière sèche quand le maïs déshydraté représente moins de 50 % de la ration, elle n'est plus que de 0,6 à 0,7 UF/kg de matière sèche quand le maïs constitue la presque totalité de la ration et est distribué à volonté. Distribué à volonté le maïs déshydraté est ingéré en plus grande quantité que l'ensilage de maïs mais les performances animales obtenues avec ces deux régimes sont très voisines. Son utilisation semble surtout intéressante comme aliment énergétique venant en remplacement des céréales grains dans la ration.

SOMMAIRES DES ARTICLES DES CHERCHEURS DU CENTRE

M. JOURNET : Utilisation par les vaches laitières de l'urée ajoutée à une ration d'ensilage de maïs récolté à un stade de maturité peu avancé. Ann. Zootech., 1973 **22** (1), 115-119.

M. BROCHART et C. LERICOLLAIS : Relation entre l'activité des follicules pileux et la croissance corporelle des bovins à viande. Ann. Zootech., 1973, **22** (1), 55-60.

L'expérience a porté sur 55 taurillons de 4 races, recevant des régimes alimentaires différents. L'activité des follicules pileux a été mesurée de façon indirecte par le taux de racines en anagène des poils, obtenus par épilation. Quatre prélèvements de poils ont été effectués au cours de l'engraissement, en décembre, mars, avril et, pour le dernier prélèvement, d'une part lors de l'abattage, qui a eu lieu de mai à juillet pour 43 animaux de races et de régimes alimentaires variés, d'autre part le 10 août, c'est-à-dire de 0 à 59 jours avant l'abattage, pour 12 *Charolais* ayant un même régime.

Les taux de racines de poils en anagène des trois premiers prélèvements étaient très élevés ; on a observé une baisse du taux de racines de poils en anagène pour le dernier prélèvement. On a obtenu des corrélations hautement significatives entre le taux de racines de poils en anagène du dernier prélèvement et le gain de poids quotidien moyen au cours de l'expérience de + 0,54 pour le groupe de 43 animaux et de + 0,90 pour le groupe des 12 *Charolais*.

La possibilité d'utiliser la mesure du taux de racines de poils en anagène comme test d'aptitude à la croissance est discutée.

C. DEMARQUILLY : Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée des ensilages de fourrages : Modifications par rapport au fourrage vert initial. Ann. Zootech., 1973, **22** (1), 1-35.

1° A partir de 45 fourrages verts de graminées, de prairie naturelle et de trèfle violet dont on mesurait la digestibilité et l'ingestibilité sur des moutons, nous avons préparé 87 ensilages expérimentaux en silos de 4 m^3 suivant 4 traitements : directement sans conservateur ($n = 37$) ou avec addition d'acides minéraux ($n = 18$) ou de mélasse ($n = 14$) soit après un préfanage amenant le fourrage aux environs de 30 p. 100 de matière sèche ($n = 18$). La digestibilité et l'ingestibilité de ces ensilages ont été mesurées sur des lots de 6 moutons.

2° La teneur en matière sèche déterminée à l'étuve a été en moyenne sous-estimée de 1,12 point, soit 5,4 p. 100 par rapport à celle déterminée par distillation au toluène mais elle est en relation étroite avec cette dernière (fig. 1).

3° La composition chimique des ensilages dépend essentiellement de celle des fourrages verts lors de la mise en silo (tabl. 1). L'ensilage entraîne cependant une augmentation systématique des teneurs en cendres, en matières azotées et en cellulose brute : respectivement en moyenne de 7,5, 4,7 et 8,9 p. 100 sur la base de la matière sèche corrigée.

4° Les caractéristiques fermentaires des ensilages dépendent en grande partie des traitements étudiés (tabl. 2 et 4). La qualité de conservation des ensilages préparés avec addition d'acides minéraux (mélange AIV) ou de mélasse a été supérieure à celle des ensilages directs ou préfanés. Elle dépend aussi, notamment pour les ensilages directs, du stade de récolte (tabl. 4) de l'espèce végétale (tabl. 5) et des teneurs en matière sèche, en cendres et en glucides solubles des fourrages sur pied (tabl. 6).

5° La digestibilité de la matière organique des ensilages dépend essentiellement de celle des fourrages sur pied au moment de la récolte (fig. 2) mais elle est en moyenne inférieure. Sur la base de la matière sèche corrigée, la diminution de la digestibilité a été en moyenne nulle pour les plantes ensilées avec addition d'acides minéraux ou de mélasse sauf pour les plantes très riches en eau (trèfles violets) pour lesquelles elle a été de l'ordre de 3,4 à 3,8 points à cause des pertes d'éléments nutritifs dans les jus. Elle a été en moyenne de 3,2 et 2,4 points pour les plantes ensilées respectivement directement sans conservateur ou après préfanage (tabl. 7 et 8).

En l'absence de conservateur, la diminution de digestibilité a dépendu en outre du stade de récolte (tabl. 8), de l'espèce végétale, de l'étanchéité du silo et de la finesse de hachage. Elle a été d'autant plus grande que le pH et les teneurs en ammoniac et en acides propionique et butyrique étaient plus élevées.

6° Les teneurs en matières azotées digestibles (MAD en p. 100) et en matières azotées (MA en p. 100) ont été étroitement liées :

$$MAD = 0{,}941\ MA - 4{,}42 \pm 0{,}69 \quad r = 0{,}968^{***} \quad n = 87$$

Quel que soit le traitement, la digestibilité apparente des matières azotées des ensilages a été inférieure à celle des fourrages verts.

7° L'ensilage a entraîné une diminution importante (33 p. 100 en moyenne) et très variable (de 1,0 à 63,8 p. 100) de l'ingestibilité des fourrages. Cette diminution dépend peu du traitement étudié sauf le préfanage : 35 p. 100 environ pour les ensilages directs avec ou sans conservateur, 27 p. 100 pour les ensilages préfanés (tabl. 7). En revanche, elle peut être réduite par l'emploi de silos hermétiques ou étanches et par un hachage fin : diminution moyenne de 23,4 p. 100 pour les ensilages hachés finement contre 38,1 p. 100 pour les ensilages hachés grossièrement. Elle est d'autant plus importante que les teneurs en acide acétique, en acide propionique et surtout en acides gras volatils totaux sont plus élevées (tabl. 9, — fig. 4).

8° Ces résultats sont discutés. Ils confirment que le problème essentiel posé par l'utilisation des ensilages est leur faible niveau d'ingestion. Il importe, si on veut obtenir des ensilages d'ingestibilité élevée, de limiter les fermentations donnant naissance aux acides gras volatils. C'est ce qui est notamment obtenu en employant un silo étanche et des fourrages hachés finement. En revanche, les conservateurs employés dans cette étude n'ont pas permis de limiter suffisamment la formation des acides gras volatils et n'ont que peu d'action sur les quantités ingérées.

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY : Influence de la machine de récolte et de la finesse de hachage sur la valeur alimentaire des ensilages. Ann. Zootech., 1973, 22 (2), 199-217.

En 1970 et 1971, nous avons comparé les caractéristiques fermentaires, la digestibilité et l'ingestibilité de 34 ensilages préparés à partir des mêmes plantes sur pied mais récoltées, soit avec une machine à fléaux (brins longs de 10 à 25 cm de long), soit avec une machine à plateau hacheur (brins moyens de 5 à 15 cm de long) soit avec une machine à tambour hacheur (brins courts de 0,5 à 1,5 cm de long). Seize comparaisons ont été effectuées en silos de 4 m³, une en silos de 100 m³ (tabl. 1).

La digestibilité et l'ingestibilité de tous les ensilages ont été mesurées sur des moutons maintenus en cage à métabolisme durant l'hiver qui a suivi leur récolte. En outre 6 des ensilages à brins longs et 5 des ensilages à brins moyens ont aussi été étudiés après avoir été hachés finement à la sortie du silo, avant d'être distribués aux animaux.

La qualité de la conservation a été bien meilleure pour les ensilages à brins courts que pour ceux à brins moyens et surtout que pour ceux à brins longs ; le pH, le pourcentage d'azote dégradé en ammoniac, les teneurs en acide butyrique et en acides gras volatils totaux ont été plus faibles et la teneur en acide lactique plus élevée (tabl. 2). L'influence de la machine de récolte, très nette en l'absence de conservateur, l'est moins en sa présence, les différences étant beaucoup plus faibles quoique souvent encore significatives.

La machine de récolte n'a pas eu d'influence significative sur les coefficients de digestibilité de la matière organique, des matières azotées et de la cellulose brute (tabl. 3). La diminution de digestibilité de la matière organique, entraînée par la conservation, a d'ailleurs été très faible respectivement de 1,1, 1,1 et 0,1 points pour les ensilages à brins courts, moyens et longs.

Les ensilages à brins courts ont été ingérés en plus grande quantité que ceux à brins moyens (en moyenne 49,9 contre 44,6 g de matière sèche/kg $P^{0,75}$ soit une augmentation de 11,9 p. 100) et surtout que les ensilages à brins longs (en moyenne 54,4 g contre 37,8 g soit une augmentation de 43,9 p. 100). Ces différences, hautement significatives ($P < 0{,}01$), sont pratiquement indépendantes de l'emploi ou non d'un conservateur mais elles sont beaucoup plus importantes avec les graminées qu'avec les légumineuses (tabl. 3). La quantité d'ensilage ingérée, exprimée en p. 100 de l'ingestibilité du fourrage sur pied au moment de la récolte, a été respectivement sans et avec conservateur de : 74,8 et 81,7 p. 100 pour les ensilages à brins courts, 73,3 et 78,5 p. 100 pour les ensilages à brins moyens et 55,9 et 60,2 p. 100 pour les ensilages à brins longs.

Le hachage des ensilages à brins moyens et longs au moment de leur distribution aux animaux

a permis d'augmenter la quantité d'ensilage ingérée : en moyenne de 11,2 p. 100 (de 46,2 à 51,4 g de matière sèche/kg $P^{0,75}$) pour les ensilages à brins moyens et de 33,1 p. 100 (de 37,8 à 50,3 g) pour les ensilages à brins longs (tabl. 4). L'augmentation de la quantité ingérée a été d'autant plus importante que la qualité de conservation était bonne. Une fois hachés finement, les ensilages à brins moyens ou longs de bonne qualité ont été aussi bien ingérés que les ensilages hachés finement avant la mise en silo sauf pour les graminées.

A même longueur de brins, la quantité d'ensilage ingérée a varié dans le même sens que la qualité de la conservation (tabl. 5).

La durée d'ingestion des ensilages a été indépendante de la quantité ingérée et la vitesse d'ingestion a dépendu essentiellement de la longueur des brins d'ensilage. Le nombre de repas effectués par jour a augmenté à la fois avec la longueur des brins de l'ensilage distribué aux animaux et avec la qualité de la conservation. Les quantités ingérées lors des 2 repas principaux (ceux qui suivent les 2 distributions journalières de l'ensilage) ont été indépendantes de la machine de récolte et du hachage ou non avant la distribution aux animaux des ensilages à brins moyens ou longs. Elle ont été beaucoup plus faibles qu'avec les fourrages verts. Les différences de quantités ingérées par jour suivant la machine de récolte et le hachage ou non des ensilages à la sortie du silo résultent essentiellement du nombre de petits repas et de la quantité ingérée lors de ces derniers (repas autres que ceux suivant la distribution de l'ensilage) (tabl. 6).

La quantité de matière sèche mise dans les silos a été d'autant plus importante que le fourrage était haché plus finement. Les pertes de matière sèche lors de la conservation ont de même été d'autant plus faibles que les fourrages étaient hachés plus finement, sauf pour les fourrages très riches en eau (trèfle violet).

La machine de récolte est donc un élément très important à prendre en considération pour la réussite de l'ensilage, notamment quand on désire obtenir des ensilages ingérés en grande quantité. L'emploi d'une machine à coupe fine et d'un conservateur permet d'obtenir des ensilages aussi bien ingérés que les foins. Les résultats sont discutés, notamment en ce qui concerne le mécanisme éventuel de la régulation de la quantité d'ensilage ingérée.

M. JOURNET et A. HODEN : Utilisation des luzernes et des graminées déshydratées comme unique fourrage de la ration des vaches laitières, et étude de leur digestion dans le rumen. Ann. Zootech., 1973, **22**(1), 37-54.

Deux essais d'alimentation, l'un avec 3 luzernes, l'autre avec un ray-grass italien, ont permis d'étudier l'influence du mode de conditionnement des fourrages déshydratés comme uniques fourrages sur leur utilisation par les vaches laitières. L'étude du comportement alimentaire et de la digestion a été effectuée sur des vaches fistulées du rumen.

Les luzernes ont été conditionnées sous la forme condensée (broyage du fourrage avec une grille à mailles de 20 mm et pressage dans une presse à filières), la forme compactée (pressage dans une presse à filières sans broyage préalable) et la forme comprimée (pressage dans une presse à piston sans broyage préalable) ; le ray-grass a été conditionné sous les formes condensée et compactée. La taille moyenne des particules de fourrage a varié selon le mode de conditionnement, de 0,49 à 1,25 mm, et le pourcentage en poids de particules supérieures à 1,25 mm, de 2 à 48 p. 100.

Le niveau d'ingestion avec les luzernes, surtout celles du 1^er^ cycle, a été élevé puisqu'il a atteint 3,3 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif, et il a été supérieur à celui avec le ray-grass (2,65 p. 100 du poids vif). Le mode de conditionnement n'a pas modifié significativement les quantités ingérées (tabl. 2).

Le taux butyreux n'a pas été modifié par le mode de conditionnement. Par rapport aux régimes normaux utilisés au cours des périodes pré-et post-expérimentales, il a été légèrement plus faible dans le cas des luzernes, et légèrement plus élevé dans le cas du ray-grass (tabl. 2).

Les vaches qui ingéraient les luzernes ont été suralimentées en énergie et plus encore en matières azotées ; elles ont gagné du poids et la persistance de la production laitière a été bonne. En revanche, avec le ray-grass, la production laitière a diminué assez rapidement et les vaches ont gagné du poids (fig. 1).

Les durées de rumination et de mastication (consommation + rumination) et l'activité cellulolytique dans le rumen ont été liées positivement à la taille moyenne des particules de fourrage. Elles ont été accrues par l'ingestion de paille (tabl. 3). La composition du mélange des acides gras volatils du rumen a relativement peu varié avec le mode de conditionnement. Avec les luzernes, elle a été voisine de celle observée avec des rations normales et elle a peu varié en fonction du temps écoulé depuis le début du repas. Avec le ray-grass le rapport C_2/C_3 a été faible 3 heures après le repas et la composition du mélange des AGV a varié considérablement

suivant l'heure de prélèvement (tabl. 4). La déviation métabolique observée : accroissement des dépôts corporels aux dépens de la quantité de lait sécrétée, a pu être reliée à ces modifications de la composition du mélange des AGV.

Différentes méthodes d'estimation de la valeur énergétique nette des fourrages pour la production laitière ont été comparées. Il semble que le conditionnement diminue moins la valeur énergétique nette que ne le laisserait prévoir la diminution de digestibilité (tabl. 5)

G. MONIN : Réaction à l'électronarcose et glycogénolyse *post mortem* chez le porc. Ann. Zootech., 1973, **22** (1), 73-81.

Il est bien établi que la technique utilisée pour l'anesthésie des Porcs au cours de l'abattage peut influencer la vitesse de glycogénolyse musculaire *post mortem* et par suite la qualité de la viande. La présente étude a pour but de déterminer par quels mécanismes l'électronarcose est susceptible d'accélérer la chute du pH musculaire après l'abattage.

La température et quelques intermédiaires glycolytiques (ATP, G-6-P, F-1,6-P, acide lactique) étaient déterminés dans le muscle *Longissimus dorsi* de 17 porcs avant et après application d'un électrochoc (300 V, 50 périodes, 1 seconde), puis immédiatement après l'abattage. L'électrochoc entraine une élévation de température et l'accumulation de G-6-P (probablement par activation de la phosphorylase). Il semble que du point de vue de la vitesse de chute du pH *post mortem*, l'augmentation de température due à l'électrochoc joue un rôle plus important que les perturbations de la glycolyse.

Les variations dans la durée d'application de l'électrochoc n'ont pas d'influence sur la glycogénolyse *post mortem* et la qualité de la viande. Les différences individuelles enregistrées en ce qui concerne ces caractéristiques paraissent devoir être attribuées à des différences de sensibilité des animaux à l'électrochoc, plutôt qu'à des variations dans le mode d'application de ce dernier. Le problème essentiel consiste donc à élucider plus complètement les mécanismes d'action de l'électronarcose au niveau du muscle et les causes physiologiques des différences de sensibilité entre animaux.

M. THERIEZ, G. MOLENAT, Maryvonne DANIEL et B. AUROUSSEAU : L'allaitement artificiel des agneaux. III - Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement. Ann. Zootech., 1973, **22** (2), 185-197.

Nous avons comparé trois sources de matières grasses (suif, huile de coprah, huile de palme) pour l'allaitement artificiel des agneaux, chacune étant incorporée seule dans un aliment d'allaitement.

Chacun des laits de remplacement (16 p. 100 de matière sèche) était distribué *ad libitum*, à la température ambiante, jusqu'à l'âge de 45 jours, à un groupe de 15 agneaux séparés de leur mère 8 heures environ après la naissance. Un groupe supplémentaire de 10 agneaux, élevés par leur mère jusqu'à 42 jours, constituait le lot témoin. Après le sevrage, tous ces animaux ont été engraissés avec le même aliment aggloméré complet (48 p. 100 de luzerne et 52 p. 100 de concentré) et de la paille d'orge. Ils ont été abattus au poids vif de 35 kg ou à 140 jours au plus.

L'incorporation d'huile de coprah a permis d'améliorer le CUD du lait de remplacement, d'augmenter la quantité d'aliment d'allaitement ingérée et la vitesse de croissance avant le sevrage Les écarts de poids vif observés au sevrage se sont maintenus jusqu'à l'abattage.

Les résultats obtenus avec le « lait coprah » (croissance, état d'engraissement et qualité des dépôts adipeux) sont voisins de ceux du lot « témoin maternel » et supérieurs à ceux des agneaux qui avaient reçu le « lait suif » ou le « lait palme ».

B. AUROUSSEAU, M. THERIEZ et Maryvonne DANIEL : Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement sur le métabolisme lipidique de l'agneau de boucherie. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1973, **13** (1), 93-105.

La composition des dépôts adipeux superficiels d'agneaux élevés par leur mère (lot témoin) ou avec des aliments d'allaitement contenant de l'huile de coprah, de l'huile de palme ou du suif a été déterminée au sevrage (45 j), puis à 90 et 120 ou 140 jours (abattage.)

La composition des matières grasses ingérées avant sevrage modifie celle des dépôts adipeux superficiels au sevrage ; des différences importantes subsistent jusqu'à l'abattage.

A l'abattage, la teneur en azote du muscle *supra spinatus* est identique pour les quatre lots mais sa teneur en matière sèche, en lipides et en énergie varie selon la nature des matières grasses incorporées aux aliments d'allaitement.

La tenue des dépôts adipeux de couverture de la carcasse varie selon le régime ; elle est reliée à leur teneur en acides gras saturés et à leur teneur en eau.

R. TOULLEC, P. THIVEND et C.M. MATHIEU : Production de veaux à l'engrais de poids élevé Influence du remplacement d'une partie des lipides de l'aliment d'allaitement par des glucides. Ann. Zootech., 1973, **22** (1), 121-126.

Vingt-neuf veaux mâles préruminants (25 *Normands*, 2 *Frisons* et 2 *Normands* × *Frisons*) ont reçu un aliment d'allaitement contenant 21 p. 100 de matières grasses jusqu'au poids vif de 100 kg. Puis 15 veaux ont continué à recevoir le même aliment d'allaitement jusqu'à l'abattage tandis que les 14 autres ont reçu un aliment d'allaitement dans lequel 52 p. 100 des matières grasses avaient été remplacés isoénergétiquement par un mélange de glucides. Les veaux ont été abattus vers 200 kg ou lorsque leur gain de poids devenait inférieur à 11 kg en 14 jours.

Avec l'aliment riche en matières grasses, 4 animaux seulement ont atteint 200 kg et le poids moyen à l'abattage a été de 161 kg (tabl. 1). Avec l'aliment riche en glucides, 8 animaux ont atteint 200 kg et le poids moyen à l'abattage a été de 180 kg. L'utilisation métabolique des lipides par le Veau à l'engrais de poids élevé n'est donc pas aussi satisfaisante que celle des glucides ; en outre, ces derniers permettent de mieux maîtriser la lipogénèse.

L'anémie a été un facteur limitant important ; par conséquent, pour augmenter le poids à l'abattage, il serait intéressant d'apporter du fer aux veaux les moins bien pourvus.

R. VERITE et M. JOURNET : Utilisation de quantités élevées de betteraves par les vaches laitières : étude de l'ingestion, de la digestion et des effets sur la production. Ann. Zootech., 1973, **22** (2), 219-235.

Au cours de 2 essais (chacun avec 2 vaches fistulées du rumen) nous avons voulu étudier la digestion (ainsi que l'ingestion et les effets sur la production) de rations contenant des betteraves en quantités croissantes (0 - 2,5 - 5 - 7,5 - 10 et 12 kg MS) associées à chacun des 4 fourrages suivants (tabl. 1) distribués à volonté : ensilage d'herbe — foins de luzerne de qualité moyenne et de qualité excellente — ensilage de maïs. Chaque essai a duré 22 semaines.

L'étude des quantités ingérées (fig. 1) a montré que la substitution des betteraves aux ensilages était totale (sur la base de la matière sèche) quelle que soit la quantité de betteraves. La substitution n'est que partielle entre les betteraves et le foin (1 kg MS de betteraves pour 0,5 kg MS de foin) lorque les quantités de betteraves sont inférieures à 5 ou 10 kg MS (selon la qualité du foin).

L'accroissement des quantités de betteraves ingérées a provoqué :

1° une diminution de l'activité cellulolytique du jus de rumen au-dessus de 5 kg MS de betteraves (fig. 5) et du pH du jus de rumen (fig. 6). Celui-ci est devenu inférieur à 6,5 à partir de 7 ou 8 kg MS de betteraves mais n'a pas atteint des valeurs très faibles (minimum : 5,9).

2° une diminution importante de la proportion relative d'acide acétique dans le rumen (jusqu'à 45 p. 100 en moyenne pour 10 kg MS betteraves) et une augmentation de celles d'acide butyrique (22 p. 100 en moyenne) et d'acide valérianique (7 p. 100 en moyenne) (fig. 8). Les différences entre vaches sont importantes. La proportion relative d'acide acétique augmente ($r = 0,82$) avec le pH du jus de rumen tandis que celle d'acide butyrique diminue ($r = 0,69$). L'évolution, au cours de la journée, de la composition du mélange d'AGV du rumen est d'autant plus importante que la quantité de betteraves ingérée est plus forte (fig. 7) ;

3° une augmentation très variable de la teneur en acide lactique du jus de rumen (tabl. 2) ;

4° une augmentation parfois importante de la teneur en corps cétoniques du sang (teneurs comprises entre 2 et 17 mg/100 ml) mais très variable selon les vaches (fig. 9). Cette teneur est surtout importante lorsque la proportion relative d'acide butyrique est supérieure à 20 p. 100 (fig. 10) ;

5° une augmentation importante du taux butyreux et du taux de protéines du lait sauf avec l'ensilage de maïs (fig. 3) ainsi qu'une diminution importante de la proportion des acides gras longs (C_{18}) du lait et de leur quantité sécrétée (fig. 4).

Les origines et les conséquences possibles de ces différentes modifications ont été discutées ainsi que les possibilités pratiques d'utiliser des quantités élevées de betteraves dans la ration des vaches laitières.

R. JARRIGE et G. FAUCONNEAU : Les constituants glucidiques et azotés des racines de betteraves de différents types. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1973, **13** (1), 141-146.

A l'aide des techniques de chromatographie sur papier, on a dosé les sucres des principales fractions glucidiques (tabl. 1) et les acides aminés libres et amides (tabl. 2), de racines de six variétés de betteraves : deux fourragères pauvres en matière sèche, deux fourragères riches en matière sèche, une sucrière et une potagère.

La teneur en saccharose augmente d'une variété à l'autre en même temps que la teneur en matière sèche alors que la teneur en sucres réducteurs diminue. La fraction hémicelluloses est en concentration relativement comparable dans les six variétés ; elle est caractérisée par une proportion très élevée d'arabinose. La teneur en cellulose vraie varie en sens inverse de la teneur en matière sèche et en saccharose.

La répartition de l'azote total est relativement semblable pour les six variétés : de 71 à 81 p. 100 sous forme de constituants éthanolo-solubles (acides aminés libres et amides), de 7 à 8 p. 100 sous forme de peptides extraits par l'eau après le traitement par l'éthanol et seulement de 10 à 21 p. 100 sous forme de protéines. L'ensemble des acides aminés libres et amides est caractérisé par la prépondérance de la glutamine (de 35 à 50 p. 100) et la faible proportion des acides aminés essentiels.

P. THIVEND et C.M. MATHIEU : Prélèvement discontinu de suc pancréatique chez le veau au moyen d'une seule canule. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. 1973, **13** (2), 187-191.

Des troubles physiologiques (hypersécrétion du pancréas suivie de diarrhées consécutives à un épuisement de cet organe) apparaissent généralement au cours du premier mois qui suit l'opération lorsque l'on utilise une canule réentrante pour étudier l'évolution de la sécrétion pancréatique chez le jeune veau. Une nouvelle canule est proposée (fig. 1) qui permet de ne prélever qu'une petite fraction de suc pancréatique, le reste s'écoulant normalement dans la lumière intestinale. Avec cette canule, nous avons pu obtenir une sécrétion régulière pendant plus de deux mois, sans que la composition du suc pancréatique soit modifiée contrairement à ce que nous avions observé précédemment avec des veaux porteurs de canules réentrantes (fig. 2).

P. PATUREAU-MIRAND, J. PRUGNAUD et R. PION : Influence de la supplémentation en acides aminés soufrés d'un aliment d'allaitement sur l'amino-acidémie. Estimation du besoin en méthionine du veau pré-ruminant. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1973, **13** (2), 225-246.

Afin d'estimer le besoin du Veau pré-ruminant en acides aminés soufrés, nous avons étudié l'influence de la supplémentation d'un aliment d'allaitement par ces acides aminés sur l'amino-acidémie jugulaire du Veau. Au cours de l'expérience 1, chacun des 6 veaux recevait pendant des périodes successives de 10 jours l'un des 6 régimes à base de poudre de lait enrichie en lysine, thréonine et dont les teneurs en méthionine et cystine (g pour 100 g de matières azotées) étaient respectivement de : 3,5 et 0,9 ; 3,5 et 1,5 ; 3,5 et 2,0 ; 4,5 et 0,9 ; 4,5 et 1,5 ; 4,5 et 2,0. Au cours de l'expérience 2, chacun des 6 veaux, recevait pendant des périodes de 14 jours, l'un des 3 régimes à base de poudre de lait enrichie en lysine, thréonine et arginine dont les teneurs en méthionine et cystine (g pour 100 g de matières azotées) étaient respectivement de : 2,6 et 3,0 ; 3,0 et 3,0 3,5 et 3,0.

L'augmentation de l'apport de méthionine a entraîné une augmentation de la méthioninémie. Celle-ci devenait très élevée lorsque les régimes contenaient plus de 9,05 g de méthionine par kg de poudre. L'évolution de la méthioninémie était en relation particulièrement étroite avec la quantité de DL-méthionine synthétique ajoutée ingérée. La supplémentation par des doses croissantes de cystine n'a eu aucune influence sur les paramètres que nous avons étudiés. Le besoin en méthionine du Veau pré-ruminant serait voisin de 0,9 g pour 100 g d'aliment c'est-à-dire de 3,5 g pour 100 g de matières azotées d'un aliment contenant au moins 0,9 g de cystine pour 100 g de matières azotées. Lorsque la teneur du régime en méthionine était de 4,5 g pour 100 g de matières azotées, on observait une augmentation de la concentration en la plupart des acides aminés. Cela pourrait refléter l'effet de l'ingestion d'un excès de méthionine sur les glandes cortico-surrénales.

J. ROBELIN : Estimation de la composition corporelle des animaux à partir des espaces de diffusion de l'eau marquée. Ann. Biol. Bioch. Biophys., 1973, **13** (2), 285-305.

Parmi les méthodes indirectes d'estimation de la composition corporelle sur l'animal vivant, la méthode fondée sur la dilution d'un marqueur de l'eau semble la plus prometteuse.

D'après les nombreux travaux effectués depuis bientôt 40 années sur ce sujet, il semble que l'eau marquée (eau lourde ou eau tritiée) donne les meilleurs résultats.

La diffusion dans l'eau corporelle est rapide, 1 à 7 heures suivant les espèces, elle est homogène dans les différents compartiments hydriques de l'organisme, l'élimination du marqueur est lente (1 p. 100 par heure de la dose contenue dans l'organisme).

La liaison entre l'espace de diffusion de l'eau marquée et le volume hydrique réel est forte ($r > 0{,}96$) ; elle est plus faible entre cet espace de diffusion rapporté au poids vif, et la teneur en matières grasses de l'animal ($r = -0{,}92$ à $-0{,}99$).

La précision de cette méthode d'estimation est limitée, surtout dans le cas des ruminants, par l'importance et la variabilité de la quantité d'eau contenue dans le tube digestif.

M. CONTREPOIS et Ph. GOUET : La microflore du tube digestif du jeune veau préruminant : dénombrement de quelques groupes bactériens à différents niveaux du tube digestif. Ann. Rech. vétér., 1973, **4** (1), 161-170.

La microflore intestinale d'un animal sain peut constituer une barrière s'opposant à l'implantation d'espèces bactériennes pathogènes. Dans ce but, nous avons dénombré dans la caillette, le duodénum, le jéjunum, l'iléon, le cæcum, le côlon et les fèces, différents groupes bactériens de la microflore anaérobie stricte ou facultative.

1° Chez les animaux diarrhéiques, *E. coli* prolifère anormalement dans le jéjunum et (ou) le duodénum.

2° Chez les animaux sains, *E. coli* est très rare dans la caillette, le duodénum et le jéjunum. Il est implanté dès le 3e jour à partir de l'iléon.

La microflore totale anaérobie stricte, nettement supérieure à celle dénombrée en aérobiose, est comprise entre 10^8 et 10^{10} à partir du cæcum, dès l'âge de 3 jours.

Les *Lactobacilles* s'implantent progressivement dans la caillette (10^3/g à 3 jours, 10^7/g à 7 jours) ; leur nombre augmente avec l'âge dans l'iléon (10^4-10^5/g vers 3 jours, 10^7/g vers 8 jours) et ils sont présents à un niveau élevé (10^5 à 10^8/g) dans le cæcum, le côlon et les fèces.

Les *Streptococcus*, généralement rares dans la caillette, augmentent progressivement vers les parties postérieures du tube digestif.

W. perfringens se trouve de façon à peu près constante dans le cæcum (10^4 à 10^8/g) et au-delà.

Dans la microflore dominante ont été isolés et identifiés des *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Fusobacterium*, *Bacteroides*, *Eubacterium* et *Clostridium*.

C. DARDILLAT et Y. RUCKEBUSCH : Aspects fonctionnels de la jonction gastro-duodénale chez le veau nouveau-né. Ann. Rech. vétér., 1973, 4 (1), 31-56.

L'étude des phénomènes moteurs liés à la diarrhée du veau nécessite une méthode d'exploration précise de la jonction gastro-duodénale, utilisable chez l'animal éveillé et ne perturbant pas le transit.

La comparaison des données cinématographiques obtenues en expérimentation aiguë et des mécanogrammes recueillis à partir de cathéters ouverts ou de ballonnets intraduodénaux en expérimentation chronique montre un parallélisme assez étroit avec les variations de la force contractile pariétale, mesurée à l'aide de jauges de contrainte, et celles de l'activité rapide de l'électromyogramme global. L'électromyographie apporte les informations les plus précises pour l'intervention chirurgicale la moins traumatisante : six groupes d'électrodes échelonnés sur l'antrum et le duodénum suffisent à la mesure de la plupart des phénomènes moteurs rencontrés.

La morphologie et la propagation des salves correspondent à trois types d'activité motrice : dispersée, propulsive et segmentaire ; elles ont été examinées au niveau de la jonction gastro-duodénale durant la totalité du nycthémère chez six veaux. Un modèle qui peut rendre compte des relations entre activité segmentaire et ondes propulsives est proposé.

Les effets de la surcharge alimentaire se sont révélés négligeables. Au contraire, des troubles digestifs mineurs (constipation post-opératoire, inappétence passagère) font apparaître une désorganisation de l'activité segmentaire, et des spasmes douloureux se traduisent par des salves de potentiels caractéristiques.

Les modifications électromyographiques observées dans des indigestions spontanées mortelles (en 48 h) avec déshydratation mais sans diarrhée profuse traduisent la non-vidange de la caillette et le ralentissement puis l'arrêt de toute motricité duodénale avant la mort.

Les diarrhées provoquées par différents agents excito-moteurs : sérotonine et endotoxine, après réserpine, sont associées à des phénomènes d'hypermotricité duodénale de types variables au cours desquels les activités segmentaires augmentent significativement.

Jacqueline DARDILLAT : Relations entre la γ-globulinémie du veau nouveau-né et son état de santé. Influences de la composition du colostrum et de la protéinémie de la mère. Ann. Rech. vétér., 1973, 4 (1), 197-212.

Après avoir observé des variations des taux de mortalité en relation avec la protéinémie des vaches gestantes, et une diminution correspondante de la γ-globulinémie des veaux, nous avons analysé, dans un élevage à forte mortalité, 113 plasmas de mères, 43 colostrums et 50 plasmas de veaux âgés de 50 h environ.

1° 50 p. 100 des veaux étudiés présentent une γ-globulinémie inférieure à 0,5 g p. 100 ml. Tous les veaux qui vont mourir se trouvent dans ce groupe et leur γ-globulinémie ($<$ 0,4 g p. 100 ml) est significativement plus basse que celle des veaux qui survivent.

L'âge d'apparition des symptômes est plus précoce, et la durée des traitements pour obtenir la guérison est plus longue chez les veaux hypo-γ-globulinémiques que chez les veaux normaux.

2° Les veaux alimentés au biberon avec un pool de colostrum congelé présentent une γ-globulinémie plus faible que ceux qui ont tété leur mère. La quantité de colostrum qu'ils ont ingérée n'a pas eu d'influence sur leur γ-globulinémie.

3° Les colostrums absorbés par les veaux morts et les hypo-γ-globulinémiques se sont révélés moins riches en γ-globulines que ceux qui ont été absorbés par les veaux normo-γ-globulinémiques.

4° La γ-globulinémie des veaux qui ont tété leur mère est en corrélation hautement significative avec la concentration en γ-globulines des colostrums.

5° La teneur des colostrums en γ-globulines est en corrélation positive significative avec la γ-globulinémie des mères et le rapport

$$\frac{\text{globulines totales} - \alpha\text{-globulines}}{\alpha\text{-globulines}}$$

à huit mois de gestation.

6° Sur les veaux dont les mères présentent une α-globulinémie élevée, on observe un taux plus important de mortalité.

J. C. FAYET et T. VERDURA : Méthodes d'induction expérimentale de la diarrhée chez des veaux jeunes, ayant reçu normalement le colostrum. Ann. Rech. vétér., 1973, 4 (1), 149-160.

L'injection sous-cutanée de réserpine est suivie de diarrhée dans tous les cas chez des veaux âgés de plus de 8 jours ; les veaux âgés de moins de 36 h meurent sans diarrhée. L'administration intraveineuse d'endotoxines, après une dose de réserpine, entraîne la mort de l'animal avec diarrhée et déshydratation.

L'injection de réserpine à des veaux, dont la synthèse des corticoïdes surrénaux a été inhibée au préalable, provoque la diarrhée et la mort de l'animal.

La perfusion de sérotonine s'avère inefficace pour induire ce phénomène.

En revanche, l'administration de bloqueurs adrénergiques α et β a des effets comparables à ceux de la réserpine. La perfusion de prostaglandines, avec ou sans théophylline, n'est suivie d'aucun effet clinique.

Ces différents résultats sont discutés.

M. C. MICHEL : Recherche des tests biochimiques destinés à caractériser l'état nutritionnel et sanitaire d'un troupeau de veaux. Ann. Rech. vétér., 1973, 4 (1), 113-124.

Les critères utilisés actuellement pour constituer des lots homogènes de veaux nouveau-nés sont souvent insuffisants. L'étude des profils biochimiques plasmatiques a permis de tirer les conclusions suivantes :

1° L'évolution post-natale de la phosphorémie, la calcémie, la magnésiémie, la glycémie et l'urémie, ne permettent pas de prévoir le *développement ultérieur* d'un processus pathologique.

2° L'évolution post-natale du taux des protéines plasmatiques du veau dépend d'un certain nombre de facteurs : absorption des globulines colostrales, puis état sanitaire de l'élevage. Dans les élevages fermiers, le taux moyen des globulines des veaux varie d'un élevage à l'autre. L'évolution ultérieure (jusqu'à 10 jours) dépend du taux existant à 48 heures. Le taux des globulines chez les veaux élevés dans des conditions industrielles subit généralement une décroissance pendant le premier mois et reste stationnaire ensuite. Chez les veaux déficients en globulines, on peut observer leur augmentation au cours du 1er mois, associée à divers troubles pathologiques. Une corrélation positive entre le taux des protéines plasmatiques à 8 jours et la vitesse de croissance ultérieure a été observée (34 animaux) ainsi qu'une corrélation négative entre le taux des globulines à 45-60 jours et la vitesse de croissance (26 animaux).

L'élimination des animaux présentant une élévation du taux des globulines au cours du 1er mois permet de constituer des lots plus homogènes et de détecter 70 à 80 p. 100 des animaux à croissance lente.

3° Une première détection de carences ou déséquilibres alimentaires a été effectuée.

B. L. DUMONT et C. VALIN : Conservation de longue durée à basse température et en milieu de faible hygrométrie du muscle de bovin. Evolution des protéines myofibrillaires. Ann. Technol. agric., 1973, 22 (1), 69-74.

On a étudié l'évolution des protéines myofibrillaires du muscle *Demi-membraneux* de bœuf conservé à + 0°5C en milieu de faible hygrométrie, de 10 à 45 jours *post mortem*. On a observé une lente diminution de l'extractibilité de l'actomyosine. En même temps, on a noté un accroissement du rapport myosine libre/myosine totale. Il est suggéré que l'association entre l'actine et la myosine devient plus lâche avec le temps. Les changements observés pendant la période de conservation étudiée ici, en ce qui concerne les protéines myofibrillaires, semblent très différents de ceux constatés pendant la première semaine qui suit l'abattage (1 à 8 jours *post mortem*).

Editions S.E.I.
Route de St-Cyr

78000 - VERSAILLES

Dépôt légal : 1er trimestre 1974